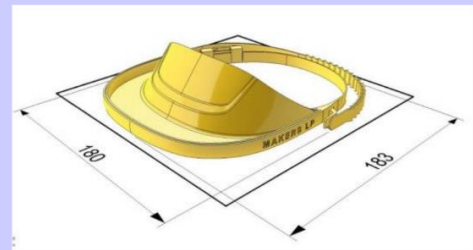
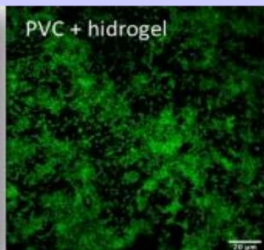
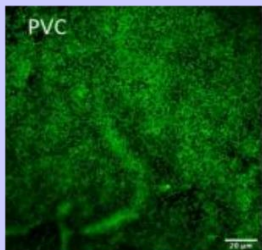
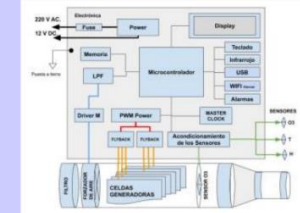
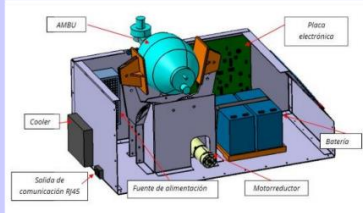
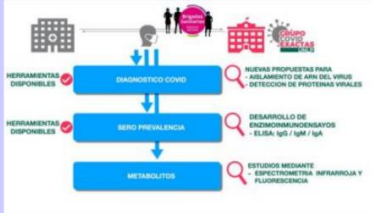
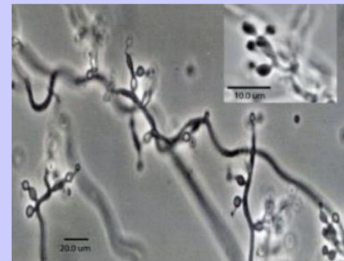
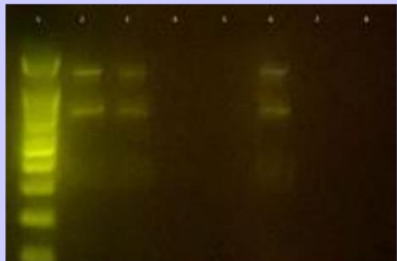
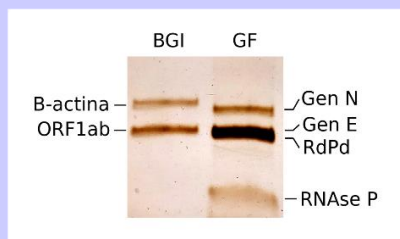


Innovación y Desarrollo Tecnológico y Social

Año 2020, Número 2, Volumen 2

Número especial COVID-19



Innovación y Desarrollo Tecnológico y Social
Año 2020, Número 2, Volumen 2
Número especial COVID-19

Editores Invitados para el Número especial

Dr. Marcelo Pecoraro

Dr. Alejandra Bosch

Dr. Martín Abba

Directora de la Revista IDTS-UNLP

Dra. Corina Graciano

Coordinadores del Número especial

Dr. Gonzalo Márquez,

(Director de Minerva-UNLP y Secretario Privado Presidencia - UNLP)

Dr. Nicolás M. Rendtorff

(Prosecretario de Políticas en CyT, UNLP)

Correctoras de manuscritos:

Liliana Cornejo, Érica Aisa y Paula Port

Innovación y Desarrollo Tecnológico y Social (IDTS)

<https://revistas.unlp.edu.ar/IDTS>

e-ISSN: 2683-8559 | Publicación continua

Universidad Nacional de La Plata

Calle 7 n° 776 | La Plata (1900) | Buenos Aires | Argentina

Licencia Creative Commons 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>



Innovación y Desarrollo Tecnológico y Social
Año 2020, Número 2, Volumen 2
Número especial COVID-19

Editores Invitados para el Número especial

Dr. Marcelo Pecoraro

Dr. Alejandra Bosch

Dr. Martín Abba

Directora de la Revista IDTS-UNLP

Dra. Corina Graciano

Coordinadores del Número especial

Dr. Gonzalo Márquez,

(Director de Minerva-UNLP y Secretario Privado Presidencia - UNLP)

Dr. Nicolás M. Rendtorff

(Prosecretario de Políticas en CyT, UNLP)

Correctoras de manuscritos:

Liliana Cornejo, Érica Aisa y Paula Port

Innovación y Desarrollo Tecnológico y Social (IDTS)

<https://revistas.unlp.edu.ar/IDTS>

e-ISSN: 2683-8559 | Publicación continua

Universidad Nacional de La Plata

Calle 7 n° 776 | La Plata (1900) | Buenos Aires | Argentina

Licencia Creative Commons 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>



Prólogo

Dr. Arq. Fernando A. Tauber

Presidente de la UNLP

Sobre las bases de las ideas de la reforma universitaria de 1918, la Universidad Nacional de La Plata consolidó un modelo de gestión que asume a la educación pública y gratuita como motor de desarrollo del país y de una sociedad más justa e igualitaria. En su rol de institución generadora de conocimiento y como ámbito natural de creación, formulación y discusión de ideas; nuestra Universidad despliega en el territorio todo su potencial, sus saberes y sus recursos humanos y tecnológicos para dar respuestas a las principales demandas sociales.

El año 2020 se vio alterado de una forma imprevista por la pandemia. Un virus de rápida propagación y contagio masivo, obligó a naciones enteras alrededor del mundo a decretar cuarentenas y aislamientos sociales que modificaron la vida de todos nosotros.

En este contexto tan inusual, y de acuerdo a su identidad histórica y a ese papel estratégico que asumió, la UNLP implementó diversas acciones y puso a disposición de las distintas instancias de gobierno (Nacional, Provincial y Local) todo el conocimiento desarrollado, su capacidad e infraestructura, con el compromiso y el

objetivo de contribuir al fortalecimiento del sistema sanitario público y evitar la propagación descontrolada del virus.

A partir de intensas gestiones con el Ministerio de Salud de la Provincia, logramos incorporar nuestros laboratorios a la Red Nacional de Diagnóstico de COVID-19. Gracias a esta iniciativa, los centros de testeo de las Facultades de Ciencias Médicas, Ciencias Veterinarias y Ciencias Exactas funcionan a pleno y realizan hoy hasta mil análisis diarios sobre muestras provenientes de diferentes lugares de la provincia.

Iniciada la etapa de contagios y frente al cifras crecientes de casos positivos, la reacción del sistema científico de nuestra Universidad -asociada en algunos casos al CONICET y la CIC- fue tan rápida como contundente. Decenas de proyectos se pusieron en marcha para dar respuesta a las principales demandas sanitarias, vinculadas especialmente a contener la siempre latente amenaza de un colapso del sistema de salud.

En este marco, ocho proyectos de investigación elaborados por científicos locales fueron seleccionados en el marco de la convocatoria "Programa de Articulación y Fortalecimiento Federal de las Capacidades en Ciencia y Tecnología COVID-19", y recibirán financiamiento por parte del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación. Y otros tres proyectos fueron seleccionados para recibir financiamiento en el marco de una convocatoria extraordinaria lanzada por la Agencia de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación

(Agencia I+D+i).

La experiencia en el mundo ha demostrado que los testeos masivos son una de las más valiosas herramientas para controlar el avance de la pandemia. Conscientes de esta realidad, distintos equipos de investigación trabajan en el avance de distintas formas de detección del virus. Así, en los próximos días saldrá de los laboratorios de Exactas el primer test serológico rápido para detectar COVID-19 de fabricación nacional. Similar en su funcionamiento al tradicional test de embarazo, permitirá saber en apenas 5 minutos, si una persona está o estuvo infectada. En paralelo, se avanza en un dispositivo de medición portátil que permitirá detectar la presencia del virus en muestras de hisopados nasales o nasofaríngeos.

Con ingenio y talento, la ciencia universitaria también se abocó al diseño y adaptación y mejora de los tan necesarios respiradores artificiales. La falta de disponibilidad de equipos de ventilación asistida para pacientes graves tuvo en jaque a los hospitales y centros de salud de nuestro país. La respuesta de nuestros científicos fue inmediata: en el Instituto Argentino de Radioastronomía elaboraron ventiladores mecánicos no invasivos de bajo costo; en la Facultad de Artes, con impresoras 3D, crearon piezas específicas para tubos endotraqueales que hoy se utilizan en hospitales de la región; un médico de nuestra casa diseñó y patentó un sistema de adaptadores para ventilar de manera independiente y en simultáneo a dos pacientes con un mismo respirador.



Innovación y Desarrollo Tecnológico y Social (2020) 2 (2): Prólogo- Número especial COVID-19

Las respuestas de la UNLP a la pandemia fueron múltiples. Por ello, como suele ocurrir, esta enumeración resultará incompleta y no hará justicia en su pretensión de reconocer todo el esfuerzo y los logros de nuestra comunidad científica. Pero es una muestra de sincero reconocimiento al compromiso de cada uno de sus actores.

Prólogo de los Editores Invitados del Número Especial COVID-19

Martín C. Abba, Alejandra Bosch, Marcelo Pecoraro

Desde mediados de diciembre de 2019 cuando autoridades chinas en la ciudad de Wuhan en la provincia de Hubei, determinaron que el agente causante de varios casos de neumonía (con síntomas como fiebre, dificultad para respirar, tos y lesiones invasivas en ambos pulmones) era un nuevo coronavirus (SARS-Cov-2), el mundo entró en crisis. Etimológicamente la palabra crisis deriva del verbo griego antiguo "*krinein*", cuyo significado es "juzgar para tomar una decisión" y habitualmente se la emplea para definir una coyuntura de cambios en cualquier aspecto de una realidad organizada. El 11 de marzo del corriente año, la Organización Mundial de la Salud declaró el estatus de pandemia a la propagación de la COVID-19 (coronavirus disease 2019). Esto marcó el punto de inflexión que determinó esta crisis, en este caso una crisis sanitaria mundial que rápidamente acarreó consecuencias trascendentales en el ámbito político, económico y social. Esta situación de emergencia mundial mostró que las comunidades pobres y vulnerables se encontraban en una situación particularmente peligrosa ante esta enfermedad mortal y sus consecuencias económicas. La OMS remarcó que los derechos humanos son clave para configurar la respuesta a la pandemia, tanto para la emergencia de salud pública como para el impacto más amplio en la vida de las

personas. Esta pandemia le demostró al mundo que la forma de contenerla y reducir al mínimo sus efectos negativos requiere de una respuesta mundial, coordinada, integradora y basada en la solidaridad de todos.

Ante esta situación la comunidad de la UNLP se planteó inmediatamente, qué hacemos, dónde trabajamos, de qué formas podemos responder a la población afectada por esta emergencia. Pronto se evidenció que sería fundamental para enfrentar la emergencia establecer un puente con el Sistema de Salud Pública Provincial para el fortalecimiento de las capacidades de respuesta. En este contexto se abordaron las problemáticas del diagnóstico, las educativas y las socioculturales derivadas de la crisis sanitaria, para lo cual se procedió a direccionar todos los recursos humanos calificados, las capacidades experimentales y la infraestructura disponibles, al desarrollo e implementación de productos, procesos y metodologías innovadoras para afrontar esta coyuntura.

Esta edición especial de la Revista de Innovación y Desarrollo Tecnológico y Social, tiene por finalidad presentar la diversidad de algunas de las líneas de acción llevadas adelante por la UNLP para contribuir a hacer frente a la presente pandemia. De esta forma se publican en este número 14 trabajos de investigación y desarrollo (I+D) llevados a cabo por distintos grupos en diferentes unidades académicas. Estos trabajos se desarrollaron por docentes, investigadores y alumnos en cada una de las Facultades de la UNLP gracias al apoyo de diferentes líneas de financiación

provenientes del estado Provincial y Nacional, tales como el Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación. Esta rápida y coordinada respuesta de nuestra Universidad frente a la crisis, fue impulsada desde el Rectorado y apoyada fuertemente por Decanos de las distintas Facultades. Las acciones llevadas a cabo han puesto de manifiesto que la modalidad convencional de I+D basada en grupos de trabajo aislados o dedicados al estudio de aspectos específicos puede ser re direccionada para generar un nuevo paradigma de I+D donde la experticia conjunta e interdisciplinaria puede dedicarse a la resolución de problemáticas complejas con inmediato impacto productivo y socio-cultural. En este sentido, la comunidad de la UNLP ha logrado definir con mayor claridad su función y responsabilidades en cada nivel de la organización, logrando mejorar la comunicación entre grupos de trabajo de una misma unidad académica y entre facultades, lo que ha permitido una interacción inédita hasta el presente.

La lectura de los trabajos aquí plasmados permitirá comprobar cómo distintos grupos conformaron una columna vertebral para la dar respuesta a esta crisis. Estos trabajos describen las estrategias desplegadas por distintos actores de nuestra Universidad frente a diferentes problemáticas del diagnóstico viral, desde construcción de una red de laboratorios de diagnóstico entre facultades, hasta el desarrollo de nuevas pruebas de diagnóstico del virus SARS-CoV2 en humanos y

animales. También se plasma aquí de qué manera los laboratorios de la UNLP contribuyeron al monitoreo del progreso de la infección, el seguimiento y la vigilancia epidemiológica evaluando la respuesta inmune en los diferentes sectores de la sociedad y desarrollando herramientas claves para la evaluación de anticuerpos séricos, como lo son los inmunoensayos con el formato clásico (técnicas de ELISA), y los nuevos sistemas de detección rápida basados en el principio inmunocromatográfico y detección visual (tiras reactivas). Se incluyen aquí también los aportes de nuestra Universidad en el área del desarrollo de nuevos equipamientos para la desinfección, prevención, monitoreo y atención de pacientes con COVID-19. Se describen las innovaciones realizadas en la construcción de tubos endotraqueales para contribuir a la prevención de la neumonía asociada a la ventilación mecánica en pacientes internados. En relación al crítico desafío de afrontar y resolver los problemas sociales que dejó la pandemia, se describe el aporte académico realizado para estudiar el impacto y los efectos del aislamiento social en niños, niñas y adolescentes y dar cuentas de las estrategias implementadas para favorecer su bienestar, teniendo especial preocupación en quienes viven en contextos de vulnerabilidad. Se muestra también, cómo la generación de aportes al acompañamiento por parte de la Universidad permiten lograr el fortalecimiento de redes de autocuidado en barrios populares locales. Se ve reflejado en este número, cómo la pandemia del coronavirus ha profundizado las complejas situaciones de desigualdad que los pueblos indígenas de Argentina venían enfrentando, de qué

manera se han podido proponer alternativas comunitarias de cuidado, y cómo se han encontrado también soluciones a futuro para pensar otras emergencias en la pospandemia.

Esta recopilación resumida de acciones conjuntas, es una forma de mostrar a la sociedad la importancia de contar con una Universidad pública que trabaja, basada en sus conocimientos científicos y su infraestructura, a su servicio. Muchas cosas han cambiado a nivel nacional y mundial pero lo concreto es que pensamos que hemos sabido responder a nivel local a una coyuntura muy difícil, respetando la historia de nuestra Universidad y con el convencimiento que todo lo realizado estos últimos tiempos nos muestran que debemos seguir aprendiendo y mejorando para beneficio de todos. Esta trágica experiencia para nuestro país, deja en la UNLP como legado para el futuro una plataforma de trabajo multidisciplinaria ágil y dinámica para el estudio y la resolución de distintos problemas. A pesar que todavía hay mucho por hacer, estamos convencidos que la UNLP adoptó un camino de compromiso acorde a su historia y la realidad actual, poniendo el conocimiento y el esfuerzo de todos sus estamos a disposición de nuestra sociedad.

Obituario: Diego Pissinis



Diego Pissinis falleció el 5 de octubre de 2020. Era investigador adjunto de CONICET en el Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA, CONICET-UNLP). Doctor en Química por la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), era también docente de la cátedra de Química General del Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional La Plata (UTN-FRLP). Diego formaba parte del Grupo Nanosuperficies Biofuncionales (NanoSBio) del INIFTA, y recientemente había impulsado el proyecto que se describe en el artículo "Tratamiento de la Neumonía Asociada a la Ventilación Mecánica: cofactor de mortalidad en pacientes COVID-19 positivos. Proyecto del Programa de Articulación y Fortalecimiento Federal de las Capacidades en Ciencia y Tecnología COVID-19", en este número especial de IDTS.

Su trabajo estaba orientado a la resolución de problemáticas de la salud. Era sumamente meticuloso, ordenado y riguroso en su trabajo, comprometido con sus investigaciones, generoso para ayudar y compartir lo que sabía, y sobre todo siempre dispuesto a traer ideas nuevas para mejorar la tarea del grupo. Era capaz de explicar las cosas más complicadas de forma sencilla, especialmente a los nuevos integrantes del equipo: se destacaba como docente en todos los ámbitos en los que se desempeñaba. Buen compañero y amigo, siempre dispuesto a escuchar y a dar consejos. Diego seguirá estando presente en el trabajo de sus compañeros y en los asados y reuniones entre colegas, a los que nunca faltaba. Su recuerdo perdurará en las instituciones en las que trabajó, en las que dejó su huella imborrable.

Índice

Metodologías para la detección de SARS-CoV-2 y análisis de carga viral mediante RT-PCR cuantitativa

Carolina Jaquenod De Giusti, Mauro Montanaro, Maria Victoria Mencucci, Romina Canzoneri, Alejandro Orłowski, Marianela Santana, Erica Pereyra, Mauricio Kraemer, Sabrina María Luisa Lavarías, Verónica Moscoso, Noelian Costantini, Flavio Francini, Horacio Garda, Nicolás Pedrini, María Gonzalez Baro, Martin Vila Petroff, Alejandro Aiello, Martin Abba

.....1-14

Detección y caracterización molecular del SARS-CoV- 2 en animales

Nadia Fuentealba, Javier Panei, Gaston More, Maria Emilia Bravi, Juan Manuel Unzaga, Marcos Salina, Lorena De Felice, Marcelo Pecoraro

.....15-24

La Universidad Pública y su rol en la pandemia COVID-19: laboratorios de diagnóstico al servicio de la red nacional de laboratorios de influenza y otros virus respiratorios

Rosana Toro, Juan Manuel Unzaga, Gonzalo Marquez, Javier Panei, Alejandra Bosch, Guillermo Docena, Martín Carlos Abba, Daniela Hozbor

.....25-50

Desarrollo de un sistema de detección de anticuerpos contra COVID 19 basado en el principio de inmunocromatografía

Gastón Ortiz, Sebastian Cavalitto

.....51-64

Fortalecimiento de las capacidades de diagnóstico e investigación del Laboratorio de Salud Pública de la Facultad de Ciencias Exactas (UNLP), integrado a la red de diagnóstico de SARS-CoV-2 de la Provincia de Buenos Aires

Guillermo H. Docena

.....65-82

Desarrollo de productos sanitarios de protección personal y de uso en laboratorio de análisis con prototipado rápido

Ma. Fernanda Rodríguez, Marcos Daniel Actis, Alejandro Javier Patanella

.....83-117

Tratamiento de la Neumonía Asociada a la Ventilación Mecánica: cofactor de mortalidad en pacientes COVID-19 positivos. Proyecto del Programa de Articulación y Fortalecimiento Federal de las Capacidades en Ciencia y Tecnología Covid-19

Patricia Schilardi, Diego Pissinis

.....118-133

Respirador mecánico de emergencia

Facundo Pasquevich, Alejandro Patanella, Guillermo Garaventa, Marcos Actis

.....134-166

Desarrollo de un esterilizador de aire UV-C para el control de la transmisión aérea del COVID-19

Macias Manuel, Cesar Gabriel Luchetti, Alicia Kitrilakis, Sebastian Pelizza, Juan Laborde, Miguel Ayala, Martín Zubieta

.....167-203

Cañón de ozono para la destrucción de la carga viral en ambientes públicos

Gustavo Romero, Martín Salibe, Daniel Perilli, Leandro García

.....204-224

Efectos del Aislamiento, Social, Preventivo y Obligatorio (ASPO) por Covid19 en la infancia. Cuidados, vulnerabilidades y afrontamiento

Susana Ortale, Javier Alberto Santos

.....225-236

Los pueblos indígenas son parte de la solución. Alternativas comunitarias de cuidado frente a la crisis sanitaria

Carolina Maidana, Alejandro Martínez, Liliana Tamagno, Stella Maris García, Diego Bermeo, Lucía Aljanati, Laura Aragon, Nadia Voscoboinik, Sofía Silva, Fernanda Alonso, Facundo Escobar, Juan Manuel Di Socio

.....237-251

Fortalecimiento de Redes de Autocuidado mediante Investigación-Acción-Participativa en Barrios Populares Argentinos durante la Pandemia por COVID-19. El caso de Puente de Fierro, La Plata

Horacio Bozzano, Tomás Canevari, Graciela Etchegoyen, Gustavo Marin, Graciela Mateo, Marcelo Bourgeois, Rocío Rodríguez Tarducci, Itziar Kain Aramburu, Jenny Fonseca, Pablo Vetere, Federico Campuzano Castro, Ignacio Babbini

.....252-305

Estrategias etnográficas para un encuadre innovador del COVID-19

Laura Teves, Carolina Remorini, María Gabriela Morgante

.....306-335

Metodologías para la detección de SARS-CoV-2 y análisis de carga viral mediante RT-PCR cuantitativa

Carolina Jaquenod De Giusti ¹; Mauro Montanaro ²; María Victoria Mencucci ³; Romina Canzoneri ⁴; Alejandro Orlowski ¹, Marianela Santana ²; Erica Pereyra ¹; Mauricio Kraemer ³; Sabrina María Luisa Lavarías ⁵; Verónica Moscoso ²; Noelia Costantini ¹; Flavio Francini ³; Horacio Garda ²; Nicolás Pedrini ²; María González Baro ²; Martín Vila Petroff ¹; Alejandro Aiello ¹; Martín C. Abba ^{4,6}

¹ Centro de Investigaciones Cardiovasculares (CIC-CONICET-UNLP), ² Instituto de Investigaciones Bioquímicas La Plata (INIBIOLP-CONICET-UNLP), ³ Centro de Endocrinología Experimental y Aplicada (CENEXA-CONICET-UNLP), ⁴ Centro de Investigaciones Inmunológicas Básicas y Aplicadas (CINIBA-UNLP), ⁵ Instituto de Limnología de La Plata (ILPLA-CONICET-UNLP), ⁶ mabba@med.unlp.edu.ar

Resumen. En diciembre de 2019, se produjo un nuevo brote de enfermedad por coronavirus (COVID-19) en Wuhan, China. El síndrome respiratorio agudo severo-coronavirus-2 (SARS-CoV-2), que es el séptimo coronavirus conocido que infecta a los humanos, es altamente infeccioso y se ha expandido rápidamente en todo el mundo desde su descubrimiento. El diagnóstico de la infección por SARS-CoV-2 se basa en la detección del genoma viral (ARN) a través de técnicas de biología molecular. Con este fin, se extrae el ARN total para su posterior detección mediante PCR cuantitativa en tiempo real (RT-qPCR). Las pruebas cuantitativas de ácidos nucleicos se han convertido en el "estándar de oro" para el diagnóstico y guía en la toma de decisiones clínicas. Sin embargo, los ensayos de RT-qPCR dirigidos al SARS-CoV-2 tienen varios desafíos, especialmente en términos de diseño de cebadores / sondas y de desarrollo de metodologías que permitan estimar la carga viral en pacientes con diagnóstico de COVID-19.

Palabras clave: SARS-CoV-2; COVID-19; detección; carga viral; PCR cuantitativa

Recibido: 17/09/2020 Aceptado: 30/09/2020

DOI: <https://doi.org/10.24215/26838559e013>

SARS-CoV-2 diagnosis and viral load methods based on quantitative RT-PCR

Abstract. *In December 2019, a new coronavirus disease (COVID-19) outbreak occurred in Wuhan, China. Severe acute respiratory syndrome-coronavirus-2 (SARS-CoV-2), which is the seventh coronavirus known to infect humans, is highly contagious and has rapidly expanded worldwide since its discovery. Quantitative nucleic acid testing has become the gold standard for diagnosis and guiding clinical decisions regarding the use of antiviral therapy. Total RNA is purified for subsequent SARS-CoV-2 detection by a real time quantitative RT-PCR (RT-qPCR). However, the RT-qPCR assays targeting SARS-CoV-2 have a number of challenges, especially in terms of primer / probe design and in the development of methodologies to estimate viral load in patients diagnosed with COVID-19.*

Keywords: SARS-CoV-2; COVID-19; detection; viral load; quantitative PCR

Contexto y relevancia del desarrollo

En diciembre de 2019 un nuevo betacoronavirus provisionalmente llamado 2019-nCoV y subsecuentemente designado SARS-CoV-2, causó una aglomeración de infecciones respiratorias en Wuhan, China. Este nuevo virus causa la enfermedad por COVID-19 y se ha propagado de forma exponencial en todo el mundo (Lupia et al., 2020). Al 7 de septiembre del 2020, la OMS ha confirmado alrededor de 27 millones de casos distribuidos en alrededor de 200 países, con 900.000 muertes. Argentina tiene cerca de 500.000 casos confirmados desde el inicio de la pandemia de los cuales 290.000 casos han aparecido en el transcurso del último mes (agosto de 2020). A pesar de que la gran mayoría de los pacientes (85%) presenta un cuadro leve que no requiere tratamiento, se estima que alrededor del 15% de los infectados requiere hospitalización, y que dos tercios de estos pacientes necesitan ventilación

mecánica dentro de las primeras 24 horas de ser admitidos (Mahase 2020). Tal situación representa un gran reto para las unidades de cuidados intensivos y la mayoría de los sistemas de salud a nivel mundial, ya que la transmisión del virus es bastante rápida y no es posible atender a todos los pacientes que requieren cuidados intensivos. El SARS-CoV-2 parece ser más infectivo al momento de la aparición de los síntomas, disminuye hasta casi cero después de aproximadamente 10 días en pacientes leves a moderados y 15 días en pacientes graves, críticos e inmunodeprimidos (Rheec et al., 2020). El SARS-CoV-2 parece tener una dinámica de transmisión similar a la influenza, que también es contagiosa antes y varios días después de la aparición de los síntomas (Rheec et al., 2020).

A pesar de que las personas más susceptibles a desarrollar un cuadro grave de COVID-19 son adultos mayores o personas con comorbilidades (enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer e inmunosupresión), no existen hasta el momento marcadores con valor pronóstico. Esta situación deviene en una alta ocupación de servicios de urgencias y camas de hospitalización, muchas veces sin necesidad. Un posible biomarcador de la severidad de la enfermedad es la carga viral del SARS-CoV-2 al momento de la hospitalización. Estudios realizados durante la pandemia por SARS-CoV en 2003, causada por un virus estrechamente relacionado con SARS-CoV-2 sugieren que la viremia inicial está asociada con un peor pronóstico (Chu et al., 2004). Consistentemente, en un trabajo publicado recientemente, se ha demostrado una correlación lineal entre la carga viral y

diferentes biomarcadores de severidad de enfermedad pulmonar en pacientes infectados con SARS-CoV-2 (Liu et al., 2020). La carga viral de SARS-CoV-2 detectada en los pacientes también se correlacionó intensamente con el índice del síndrome de distrés respiratorio agudo (ARDS) expresado como el cociente entre la presión parcial de oxígeno arterial y la fracción de oxígeno inspirado (PaO_2/FiO_2) (Liu et al., 2020).

Objetivos y grado de pertinencia del desarrollo

Lo anteriormente expuesto hace imperativa la necesidad de desarrollar un método que permita identificar de forma cuantitativa el riesgo que tiene cada paciente de desarrollar o no una enfermedad grave, con el objetivo de optimizar la atención médica y de esta forma destinar los recursos hospitalarios únicamente a las personas susceptibles al desarrollo de complicaciones.

De esta manera el eje central del proyecto consiste en el desarrollo de un sistema RT-qPCR para la determinación de la carga viral del SARS-CoV-2 a partir de muestras de hisopados nasofaríngeos en pacientes con diagnóstico confirmado de COVID-19. En primer lugar, dicho desarrollo se pondrá a disposición del sistema sanitario provincial y nacional a la manera de un servicio tecnológico brindado por la Facultad de Ciencias Médicas de la UNLP. En segundo lugar, se evaluará la posibilidad de producción y distribución del sistema de detección de carga viral a todo laboratorio

de salud pública que desee evaluarlo, previa autorización y certificación por las instituciones involucradas.

Detección y determinación de la carga viral del SARS-CoV-2

El SARS-CoV-2 se clasifica dentro del género *Betacoronavirus* y posee un tamaño de aproximadamente 50 a 200 nm de diámetro. Es un virus con envoltura en la cual se insertan las proteínas virales S, E y M las cuales otorgan la morfología en espículas características de esta familia. Dentro de la envoltura se encuentra la nucleocápside con estructura helicoidal, formada por el genoma viral al que se encuentran unidas múltiples copias de la proteína N. El genoma viral está constituido por una cadena simple de ARN de polaridad positiva de 29 kb de longitud. A partir de esta molécula se traducen al menos 16 proteínas no estructurales (ORF1a/ab) y 4 proteínas estructurales (S, E, M y N), necesarias para cumplir el ciclo de replicación completo. El 12 de enero de 2020, se publicó el genoma del SARS-CoV-2 aislado a partir de una muestra de un paciente afectado por neumonía en la ciudad China de Wuhan (wuhCor1) (Figura 1). Dicho genoma y las secuencias subsiguientes fueron compartidas a través de la plataforma provista por *Global Initiative on Sharing All Influenza Data* (GISAID, <http://www.gisaid.org/>). La secuenciación del genoma permitió el rápido desarrollo de sistemas de diagnóstico basados en la RT-PCR cuantitativa en tiempo real (RT-qPCR). A partir del conocimiento de la secuencia completa del genoma viral, se pudieron diseñar los ensayos utilizados para su

detección en los Institutos de Salud de China (CN-CDC), Japón (NIID), Alemania (EU-Drosten), Francia (Pasteur Institute) y Estados Unidos (CDC) (Figura 1). Recientemente la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) de Argentina informó la lista actualizada de ensayos comerciales de uso *in vitro* para detección o diagnóstico directo de SARS-CoV-2 que se encuentran autorizados en el marco de la emergencia sanitaria ante dicha administración nacional (<https://www.argentina.gob.ar/noticias/reactivos-covid-19>).

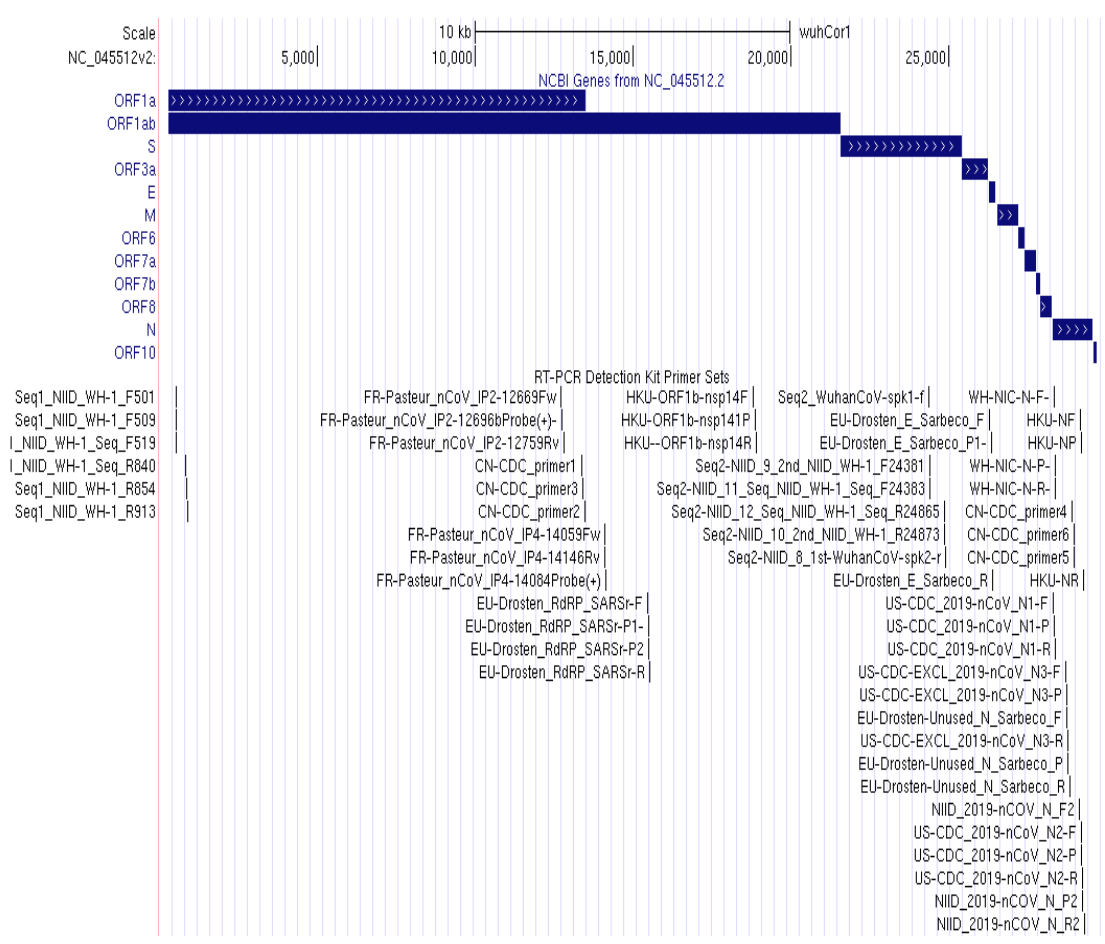


Figura 1. Genoma del SARS-CoV-2 (wuhCor1) con las respectivas secuencias cebadoras y sondas utilizadas para el diagnóstico por RT-qPCR. Imagen obtenida con el UCSC Genome Browser (<https://genome.ucsc.edu/>).

Figure 1 (previous page). SARS-CoV-2 (wuhCor1) genome with the respective primer sequences and probes used for diagnosis by RT-qPCR. Image obtained with the UCSC Genome Browser (<https://genome.ucsc.edu/>).

El diagnóstico de laboratorio de COVID-19 se basa en un resultado positivo de una RT-qPCR que puede involucrar uno o más genes virales y un gen de referencia humano. Las muestras recomendadas para el diagnóstico son muestras del tracto respiratorio tales como hisopados nasofaríngeo y/u orofaríngeo. En los casos que presenten signos o síntomas de infección del tracto respiratorio inferior o frente a la dificultad o imposibilidad de toma de la muestra, se pueden utilizar muestras de esputo, lavado broncoalveolar y/o aspirado endotraqueal. El proceso de diagnóstico comienza con el traslado de las muestras al laboratorio en recipientes apropiados para el transporte de muestras infecciosas (ej.: Sisteg, <http://sisteg.com.ar>). Estos envases deben ser abiertos dentro de cabinas de seguridad biológica tipo 2 (CSB-II). Independientemente del protocolo de extracción a utilizar, las muestras deben ser mantenidas refrigeradas hasta la extracción y luego deben dejarse templar a temperatura ambiente antes de comenzar el procedimiento. La importancia de la muestra a utilizar radica en seleccionar el mejor material de partida para un mejor aislamiento del ARN viral, por lo que se recomienda la utilización de hisopados nasofaríngeos. El protocolo de extracción se basa en la unión del ARN (tanto viral como humano) a una superficie de sílica con adherencia a este tipo de moléculas,

seguido de lavados y una elución final. El material genómico aislado debe conservarse a -80°C hasta su utilización. Este material ya no es infeccioso, pudiendo utilizarse en condiciones de bioseguridad menos estrictas. Los cebadores son componentes fundamentales de un ensayo de PCR y dicha optimización puede ser un proceso complicado que requiere especial atención (Park et al., 2020). En primer lugar, se necesitan cumplimentar las reglas básicas para el diseño de las secuencias cebadoras y sondas, así como para el diseño del control positivo y el gen de referencia a implementar (Bustin and Huggett et al., 2017; Li et al., 2020).

Los sistemas para la detección del SARS-CoV-2 detectan una o más dianas virales en una reacción multiplex que implementa la detección de un transcripto humano (*RNasa P*, *B-actina*, *GAPDH*) como control interno (Figura 2a-c). La detección se basa en la utilización de oligonucleótidos complementarios a los productos de amplificación (sondas) que como producto de la reacción de amplificación liberan fluorescencia, la cual es detectada y cuantificada por el equipo de qPCR. El ciclo al cual la fluorescencia de la reacción (para cada sonda específica para cada producto de amplificación) sobrepasa la fluorescencia basal (umbral o "threshold") es conocido como *Ct* ("Threshold point" o ciclo umbral). El *Ct* es un valor definido de forma arbitraria por el usuario, aunque es posible definirlo de forma matemática y es de relevancia porque determina la detección o no del genoma viral. La Figura 2a y b corresponden a una curva de amplificación representativa a partir de la cual es posible determinar el *Ct* de dos genes virales (Orf1ab y RdRp, respectivamente). Los

ensayos que implementan la detección de múltiples dianas virales pueden mejorar la sensibilidad evitando falsos negativos. Los genes ORF1ab, E y N están altamente conservados en el subgénero de los *Sarbecovirus* (incluye SARS-CoV y SARS-CoV-2). Por otro parte, el gen que codifica la ARN polimerasa viral (RdRp) localizado en el ORF1ab se caracteriza por su alta tasa de mutación y recombinación (Li et al., 2020). Por lo tanto, las principales regiones seleccionadas para la detección del SARS-CoV-2 se posicionan en regiones con baja tasa de variabilidad, pero específicas de SARS-CoV-2.

Nuestro desarrollo consiste en una RT-qPCR absoluta de un solo paso que implementa una curva de calibración y un modelo integrado de análisis para la estimación del número de partículas virales a partir de los valores de *Ct* de los genes diana. Las curvas de calibración se generan a partir de diluciones seriadas de uno o varios clones plasmídicos previamente construidos con los genes diana virales. Si se grafica el *Ct* obtenido con respecto a la dilución del número de copias del genoma viral correspondiente se obtiene una curva de calibración (figura 2d) cuya pendiente permite calcular la eficiencia de la reacción de amplificación mediante la ecuación: $E = 10^{-1/m}$ (donde *m* es la pendiente de la curva).

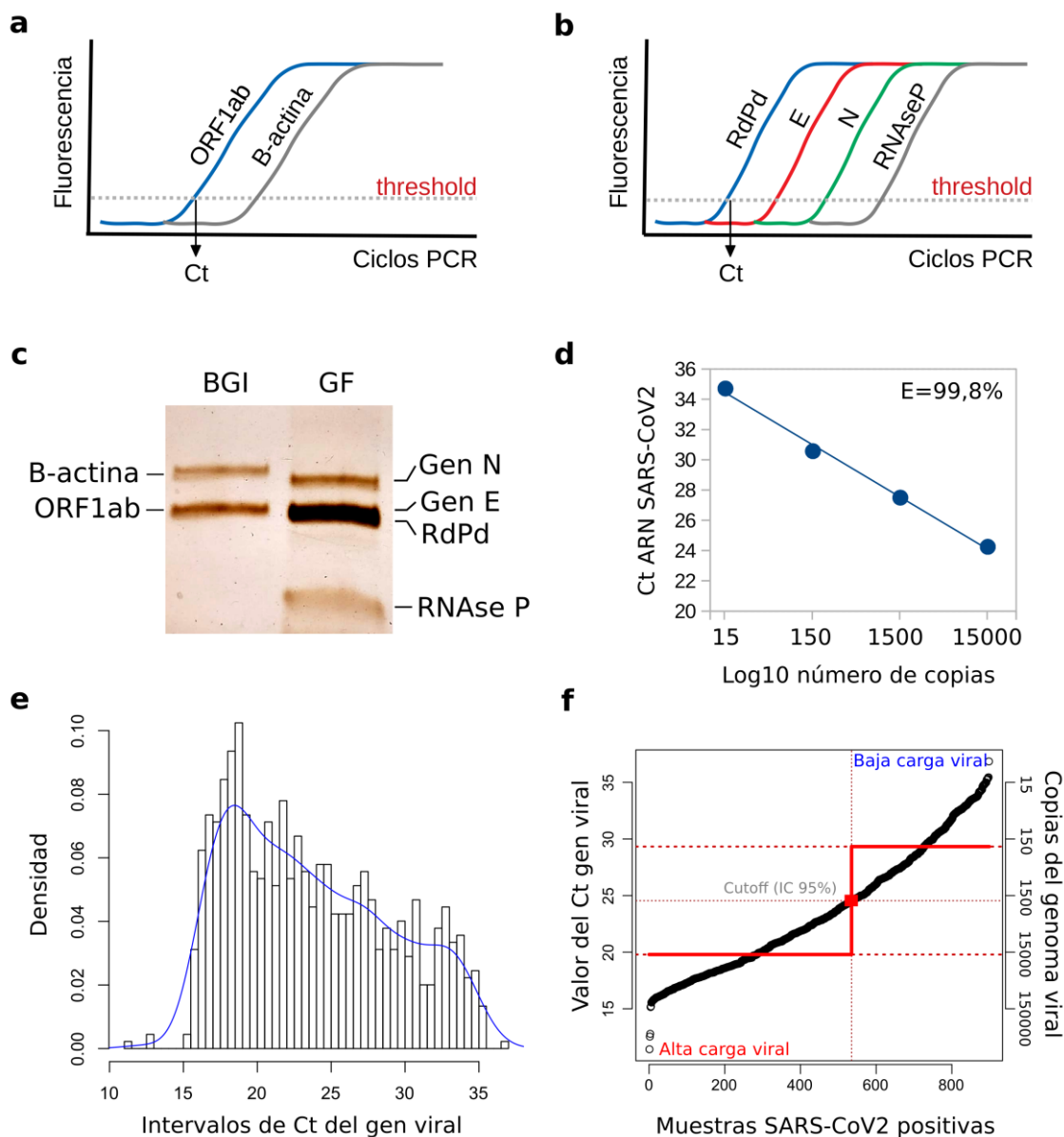


Figura 2. Detección y determinación de la carga viral del SARS-CoV-2. a) Sistema diagnóstico (BGI Real-Time Fluorescent RT-PCR Kit for Detecting SARS-CoV-2) basado en la detección de un gen viral (ORF1ab) y un gen de referencia (β -actina). b) Sistema diagnóstico (GeneFinder™ COVID-19 Plus RealAmp Kit) que se basa en la detección tres genes virales (RdPd, E y N) y un gen de referencia (RNaseP) en reacción multiplex. c) Corrida electroforética en gel de poliacrilamida al 10% de los productos de RT-PCR de los controles positivos de reacción. d) Curva de calibración para la determinación de la carga viral en función de los valores de Ct (número de ciclos de amplificación

necesarios para alcanzar un umbral de señal fijo) de las reacciones de RT-qPCR. E= Eficiencia. e) Histograma de la distribución de Cts de una diana viral sobre 900 muestras positivas para SARS-CoV-2. f) Modelo integrado para la estimación de la carga viral de SARS-CoV-2.

Figure 2 (previous page). Detection and determination of the SARS-CoV-2 viral load. a) Diagnostic system (BGI Real-Time Fluorescent RT-PCR Kit for Detecting SARS-CoV-2) based on the detection of a viral gene (ORF1ab) and a reference gene (β -actin). b) Diagnostic system (GeneFinderTM COVID-19 Plus RealAmp Kit) based on the detection of three viral genes (RdPd, E and N) and a reference gene (RNaseP) in multiplex reaction. c) Electrophoretic run in 10% polyacrylamide gel of the RT-PCR products of the positive reaction controls. d) Calibration curve for the determination of the viral load as a function of the Ct values (number of amplification cycles necessary to reach a fixed signal threshold) of the RT-qPCR reactions. E = Efficiency. e) Histogram of the Cts distribution of a viral target on 900 positive samples for SARS-CoV-2. f) Integrated model for the estimation of the SARS-CoV-2 viral load.

Es de importancia conocer la eficiencia real de la reacción y tomarla en cuenta al momento de calcular la carga viral, ya que al tratarse de un incremento exponencial en el número de copias se pueden sobreestimar o subestimar dichos niveles. Por lo cual no solo se evaluará el comportamiento de la curva en distintos equipos de qPCR sino también en distintos rangos de cargas virales en función del tipo de muestras clínicas (ej.: hisopados nasofaríngeos, 500 – 100.000 copias/mL) (Pan et al., 2020; Yu et al., 2020; Keyaers et al., 2020) y del gen viral diana en estudio. Es importante considerar en el modelo de análisis que los valores de Ct no poseen una distribución normal y que podrían covariar con los valores de Ct del transcripto de referencia

humano (Figura 2e). De esta manera, la determinación del número de copias del SARS-CoV-2 de la muestra procesada se estimará mediante el ingreso/análisis de los valores de C_t en un modelo integrado de ajuste en base a los factores previamente mencionados, mediante la implementación de una aplicación web (Figura 2f).

Está claro que ninguna modalidad diagnóstica es perfecta. Para obtener resultados de RT-qPCR confiables, cada paso del procedimiento en las etapas preanalítica, analítica y postanalítica debe realizarse satisfactoriamente. En la fase preanalítica es relevante garantizar los procedimientos para una adecuada recolección, transporte y conservación de las muestras. En la fase analítica es importante la inclusión de controles internos tanto en la extracción del ARN viral, como en la preparación de la RT-qPCR para poder detectar de manera temprana problemas de contaminación de muestras y/o insumos. Además, es muy importante la capacitación del personal para la lectura e interpretación de los resultados generados por la qPCR. Los resultados de la RT-qPCR se deben considerar junto a los datos epidemiológicos, observaciones clínicas y el historial del paciente para un diagnóstico apropiado.

Financiamiento

Este proyecto ha sido financiado por el Programa de Articulación y Fortalecimiento Federal de las Capacidades en Ciencia y Tecnología COVID-19 del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Argentina. (Proyecto BUE 21).

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo de la Facultad de Ciencias Médicas - UNLP y al CCT CONICET La Plata.

Referencias bibliográficas

Lupia, T., Scabini, S., Pinna, S.M., Di Perri, G., De Rosa, F.G., Corcione, S. (2020). 2019-novel coronavirus outbreak: A new challenge. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, 21, 22-27. <https://doi.org/10.1016/j.jgar.2020.02.021>

Mahase, E. (2020) Covid-19: most patients require mechanical ventilation in first 24 hours of critical care. *BMJ*, 368:m1201. <https://doi.org/10.1136/bmj.m1201>

Rhee, C., Kanjilal, S., Baker, M., Klompas, M. (2020) Duration of SARS-CoV-2 Infectivity: When is it Safe to Discontinue Isolation? *Clinical Infectious Diseases*, ciaa1249. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1249>

Chu, C.M., Poon, L.L., Cheng, V.C., Chan, K.S., Hung, I.F., Wong, M.M., Chan, K.H., Leung, W.S., Tang, B.S., Chan, V.L. y Ng, W.L. (2004) Initial viral load and the outcomes of SARS. *CMAJ*, 171 (11): 1349-1352. <https://doi.org/10.1503/cmaj.1040398>

Liu, Y., Yang, Y., Zhang, C., Huang, F., Wang, F., Yuan, J., Wang, Z., Li, J., Li, J., Feng, C. y Zhang, Z. (2020) Clinical and biochemical indexes from 2019-nCoV infected patients linked to viral loads and lung injury. *Science China Life Sciences*, 63 (3): 364-374. <https://doi.org/10.1007/s11427-020-1643-8>

Park, M., Won, J., Choi, B.Y. y Lee, C.J. (2020) Optimization of primer sets and detection protocols for SARS-CoV-2 of coronavirus disease 2019 (COVID-19) using PCR and real-time PCR. *Experimental & Molecular Medicine*, 52 (6): 963-77.

<https://doi.org/10.1038/s12276-020-0452-7>

Bustin, S. y Huggett, J. (2017) qPCR primer design revisited. *Biomolecular Detection and Quantification*, 14:19-28. <https://doi.org/10.1016/j.bdq.2017.11.001>

Li, D., Zhang, J. y Li, J. (2020) Primer design for quantitative real-time PCR for the emerging Coronavirus SARS-CoV-2. *Theranostics*, 10 (16): 7150.

<https://doi.org/10.7150/thno.47649>

Pan, Y., Zhang, D., Yang, P., Poon, L.L. y Wang, Q. (2020) Viral load of SARS-CoV-2 in clinical samples. *The Lancet Infectious Diseases*, 20 (4): 411-412.

[https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30113-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30113-4)

Yu, F., Yan, L., Wang, N., Yang, S., Wang, L., Tang, Y., Gao, G., Wang, S., Ma, C., Xie, R. y Wang, F. (2020) Quantitative detection and viral load analysis of SARS-CoV-2 in infected patients. *Clinical Infectious Diseases*, 71 (15), 793–798,.

<https://doi.org/10.1093/cid/ciaa345>

Keyaerts, E., Vijgen, L., Maes, P., Duson, G., Neyts, J., Van Ranst, M. (2006) Viral load quantitation of SARS-coronavirus RNA using a one-step real-time RT-PCR. *International Journal of Infectious Diseases*, 10 (1): 32-37.

<https://doi.org/10.1016/j.ijid.2005.02.003>

Detección y caracterización molecular del SARSCoV-2 en animales

Fuentealba, Nadia^{1,2}; Panei, Javier^{1,2,4}; Moré, Gastón^{1,2}; Bravi, María Emilia^{1,2}; Unzaga, Juan Manuel¹; Salina, Marcos^{1,3}; De Felice, Lorena¹; Pecoraro, Marcelo¹

¹ Facultad de Ciencias Veterinarias-UNLP, ² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), ³ Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, ⁴javierpanei@fcv.unlp.edu.ar; javipanei@gmail.com

Resumen. *El potencial origen zoonótico del SARS-CoV-2 ha planteado la necesidad de realizar el monitoreo y control de esta virosis en animales domésticos y silvestres para determinar el posible rol de los animales como portadores, reservorios y/o amplificadores del virus. Los estudios para comprender mejor la susceptibilidad de diferentes especies animales al SARS-CoV-2 y evaluar la dinámica de la infección en estas especies, así como también la identificación de posibles reservorios y/o transmisores, son una herramienta fundamental para la vigilancia de la pandemia. El diseño de protocolos específicos para el relevamiento epidemiológico y la toma de muestras de animales pertenecientes a pacientes positivos a COVID-19, dieron inicio al trabajo. Los objetivos del proyecto involucran el diagnóstico y la vigilancia epidemiológica del SARS-CoV-2 en animales que conviven con personas infectadas, para analizar la infectividad potencial del virus y el rol que cumplen los animales en la pandemia. Estos estudios son una herramienta que nos permitirá conocer el comportamiento del virus en diferentes hospedadores y sus implicancias en la transmisión y perpetuación de la infección.*

El proyecto comenzó con el diseño de protocolos para toma de muestras, definiendo caso sospechoso en animales, e indicando cómo debe proceder el Médico Veterinario particular al ser consultado por los propietarios. Dicho protocolo fue difundido por el Colegio de Veterinarios de la Provincia de Buenos Aires (Distrito II). Conjuntamente, se creó un consentimiento informado, aprobado por la Comisión Institucional para el Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio (CICUAL) que es firmado por los responsables de los animales y del proyecto, acordando la toma de muestras. Por otro lado, el área de zoonosis dependiente del Ministerio de Salud de la Nación adoptó los protocolos y trabaja en la implementación de un sistema de vigilancia epidemiológica. Se realizó la difusión del proyecto en diversos medios de comunicación, permitiendo que aquellos

pacientes diagnosticados positivos a SARS-CoV-2 se comunicaran con el grupo de trabajo para consultas y coordinación de la toma de muestras a sus mascotas.

Hasta el 31 de agosto, se tomaron muestras de hisopados orofaríngeos y rectales de 15 caninos y 11 felinos, todos en estrecho contacto con personas diagnosticados positivos a SARS-CoV-2. Además, se colectaron muestras de un chimpancé del Ecoparque La Plata. Una vez en el laboratorio se realizó la extracción del ARN de las muestras utilizando un kit comercial, y el diagnóstico molecular por real-time RT-PCR adaptando kits comerciales. Las muestras analizadas fueron no reactivas a los targets específicos de SARS-CoV-2.

Palabras clave: coronavirus; SARS-CoV-2; animales; zoonosis; COVID-19

Recibido: 05/10/2020 Aceptado: 09/10/2020

DOI: <https://doi.org/10.24215/26838559e014>

Detection and molecular characterization of SARS-CoV-2 in animals

Abstract. *The zoonotic potential origin of the SARS-CoV-2 has raised the necessity to monitor and control the virus in domestic and wild animals to determine the possible role of the animals as carriers, reservoirs and / or virus amplifiers. Studies to understand the susceptibility of different animals to SARS-CoV-2 and to evaluate the dynamics of the infection, identification of the possible reservoirs and / or transmitters, are fundamental tools for the surveillance of the pandemic. The design of specific protocols for the epidemiological survey and for taking samples of pets belonging to positive COVID-19 owners began the work.*

The goals of the project involve the diagnosis and epidemiological control of SARS-CoV-2 in animals that live with infected people, the analysis of the potential infectivity of the virus and the role that animals play in the pandemic. These studies are an instrument that will allow us to know the infectivity of the virus in different hosts and its implications in the transmission and perpetuation of the infection.

The project began with the design of protocols for animal sampling, defining a suspected case and specifying how a particular veterinarian should proceed when asked by the positive SARS-CoV-2 owners. Said protocol was published by the Veterinary College of the Buenos Aires Province (District II). An informed agreement was created, approved by the Institutional Commission for the

Care and Use of Laboratory Animals (CICUAL). The agreement is signed by those responsible for the animals and the project director, approving to take samples. On the other hand, the zoonosis area dependent on the National Ministry of Health adopted the protocols and is working on the implementation of an epidemiological surveillance system. The project contents and objectives was distributed in various media, allowing those SARS-CoV-2 owners diagnosed positive to communicate with members of the project for consultations and coordination for pets sampling. To August 31, rectal and oropharyngeal swabs were collected from 15 canines and 11 felines, all in close contact with people diagnosed positive for SARS-CoV-2. In addition, samples were collected from a chimpanzee from Ecopaque La Plata. Once in the laboratory, the RNA was extracted from the samples using a commercial kit, and the molecular diagnosis by real-time RT-PCR was carried out adapting commercial kits. The samples tested were non-reactive to the specific targets of SARS-CoV-2.

Keywords: coronavirus; SARS-CoV-2; animals; zoonosis; COVID-19

Novedad u originalidad local en el conocimiento

La difusión en diferentes medios de comunicación derivó en numerosas consultas por parte de propietarios diagnosticados como positivos a COVID-19 que estaban interesados en el testeo de sus mascotas, como también de organizaciones y profesionales, lo que nos permitió atender inquietudes sobre el rol del SARS-CoV-2 en animales.

Este proyecto constituye el inicio del proceso para identificar el rol epidemiológico del virus de los animales en la infección con SARS-CoV-2 en nuestro país. Teniendo en cuenta los reportes de animales detectados positivos al virus en otros países, consideramos que los estudios para comprender mejor la susceptibilidad de diferentes especies animales al SARS-CoV-2 y evaluar la dinámica de la infección con

potencial efecto en la salud, son una herramienta fundamental para la vigilancia y el control de la pandemia (Damas et al., 2020; McAloose et al., 2020; Shi et al., 2020b; Stout et al. 2020). El diseño de protocolos específicos para definir “caso-sospechoso” y muestreo en animales resultó indispensable para comenzar con el monitoreo epidemiológico. Por otro lado, dada la falta de tecnología específica para la detección molecular del virus en animales, hemos analizado y adaptado los métodos preexistentes para optimizar el diagnóstico y probablemente estas pruebas serán de gran ayuda para el diseño futuro de kit específicos para SARS-CoV-2 en animales. En caso de detectarse el virus en animales se procederá a estudios de secuenciación para comparar los genotipos con los circulantes en humanos de la misma región (Corman et al., 2020; Moore et al., 2020; Ramírez et al., 2020).

Grado de relevancia

El potencial origen zoonótico del SARS-CoV-2 ha planteado la necesidad de realizar el monitoreo y control de esta virosis en animales (Li et al., 2020; Xingguang et al., 2020; Zi-Wei et al., 2020). Tomando como referencia el enfoque multisectorial de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre el concepto de “Una Salud”, integramos una mesa multidisciplinaria convocada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación con los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y Salud de la Nación para abordar la situación de los animales en la actual pandemia de la COVID-19 y profundizar en una agenda común que le brinde un tratamiento

integral a la temática. Consideramos de gran importancia realizar estudios que nos permitan comprender la susceptibilidad de diferentes especies animales a la infección por SARS-CoV-2, así como también la identificación de posibles reservorios y/o transmisores virales. Estos estudios, son una herramienta fundamental para comprender el rol de los animales en esta pandemia. Dicha relevancia queda demostrada por el interés del Departamento de Zoonosis Urbanas de la Dirección de Vigilancia Epidemiológica y Control de Brotes del Ministerio de Salud de la provincia de Buenos Aires y del Ministerio de Salud de la Nación de implementar la vigilancia epidemiológica en animales como un programa permanente en todo el territorio argentino, en sintonía con lo recomendado por la OMS y la Organización Mundial por la Salud Animal (OIE) en otras partes del mundo.

Grado de pertinencia

El proyecto planteado propone clarificar el rol que cumplen los animales en la epidemiología de la infección con el SARS-CoV-2. Luego de la amplia propagación de la infección en humanos, varias especies de animales han sido reportadas en la OIE como positivas a SARS-CoV-2 debido a un contacto cercano con humanos infectados ([ver reporte](#)). En consecuencia, la OIE sugiere llevar a cabo pruebas en animales con el fin de evaluar el posible riesgo que implica para la salud. Además, este organismo garantiza la difusión de la información aprobada oficialmente acerca de los eventos reportados en animales. Sumando a esto, todos los investigadores del grupo

cuentan con una amplia experiencia en la detección, estudio, prevención y control, conjuntamente con los organismos oficiales de nuestro país (SENASA, INTA), de diferentes enfermedades y zoonosis infecto-contagiosas. Asimismo, el grupo cuenta con las capacidades en el diseño y análisis de las diversas técnicas moleculares que se utilizarán en el proyecto planteado. Por lo tanto, consideramos que se podrán obtener resultados que permitirán conocer más sobre la COVID-19 en la interfaz humano-animal-ecosistema y desarrollar opiniones científicas sobre las implicaciones de la enfermedad para la sanidad animal y la salud pública, ofreciendo consejos prácticos a los servicios veterinarios y a la comunidad.

Grado de demanda

El proyecto fue seleccionado para su financiación en la convocatoria extraordinaria COVID-19, realizada por la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación. Además, se encuentra en proceso de presentación para su acreditación como Proyecto de Desarrollo Tecnológico y Social (PDTs), debido a que el Banco Nacional de PDTs propició la presentación de los proyectos aprobados y financiados en las convocatorias impulsadas por la Unidad Coronavirus, donde se considerará que el Estado Nacional es el demandante de estos desarrollos tecnológicos.

Por otro lado, el proyecto fue ampliamente difundido en medios gráficos y radiales de comunicación ([ver nota prensa escrita](#); [ver video](#); [ver nota sitio de noticias](#)) como

también en noticias referidas al abordaje de la situación de los animales en la actual pandemia por COVID-19 por parte del gobierno ([ver sitio gubernamental](#)).

Además, se creó la casilla de correo covidenmascotas@gmail.com en la cual se recibieron numerosas consultas y se utiliza para la coordinación de muestreos de mascotas de pacientes.

Desarrollo del producto

El diseño de protocolos específicos y el consentimiento informado, para realizar la toma de muestras y la remisión de las mismas al laboratorio, resulta fundamental para dar comienzo a la evaluación de la situación epidemiológica en animales a nivel regional, provincial y nacional. Por lo tanto, se comenzó a trabajar con diferentes áreas del Ministerio de Salud de la Nación en la conformación de un nuevo protocolo tratando los puntos antes mencionados. Por otro lado, y debido a que los métodos de detección molecular están diseñados para la detección de SARS-CoV-2 en humanos (Shi et al., 2020a), adaptamos métodos de extracción del ARN y de *real time* RT-PCR preexistentes para optimizar el diagnóstico en muestras de animales. Estas modificaciones serán de gran ayuda para el diseño futuro de métodos de diagnóstico específicos para SARS-CoV-2 en animales. Debido a estas dificultades el proyecto también propone la validación de estos métodos de diagnóstico para evidenciar la presencia del virus en diferentes especies.

Financiamiento

El proyecto es financiado por la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación, por la Convocatoria Extraordinaria a Ideas Proyecto IP-COVID-19. IP COVID 19 - 468 - Detección y caracterización molecular del SARS-CoV-2 en animales.

Referencias bibliográficas

- Corman, V.M., Landt, O., Kaiser, M., Molenkamp, R., Meijer, A., Chu, D.K.W., Bleicker, T., Brünink, S., Schneider, J., Schmidt, M.L., Mulders, D.G.J.C., Haagmans, B.L., van der Veer, B., van den Brink, S., Wijsman, L., Goderski, G., Romette, J.L., Ellis, J., Zambon, M., Peiris, M., Goossens, H., Reusken, C., Koopmans, M.P.G. y Drosten, C. (2020). Detection of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) by real-time RT-PCR. *Euro Surveill*, 25(3), 2000045. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.3.2000045>
- Damas, J., Hughes, G. M., Keough, K. C., Painter, C. A., Persky, N. S., Corbo, M., Hiller, M., Koepfli, K. P., Pfenning, A. R., Zhao, H., Genereux, D. P., Swofford, R., Pollard, K. S., Ryder, O. A., Nweeia, M. T., Lindblad-Toh, K., Teeling, E. C., Karlsson, E. K., & Lewin, H. A. (2020). Broad Host Range of SARS-CoV-2 Predicted by Comparative and Structural Analysis of ACE2 in Vertebrates. *bioRxiv : the preprint server for biology*, 2020.04.16.045302. <https://doi.org/10.1101/2020.04.16.045302>

Li, X., Zai, J., Zhao, Q., Nie, Q., Li, Y., Foley, B.T. y Chaillon, A. (2020). Evolutionary history, potential intermediate animal host, and cross- species analyses of SARS-CoV- 2. *Journal of Medical Virology*, 92(6): 602–11. <https://doi.org/10.1002/jmv.25731>

McAloose, D., Laverack, M., Wang, L., Killian, M.L., Caserta, L.C., Yuan, F., Mitchell, P.K., Queen, K., Mauldin, M.R., Cronk, B.D., Bartlett, S.L., Syke,s J.M., Zec, S., Stokol, T., Ingerman, K., Delaney, M.A., Fredrickson, R., Ivančić, M., Jenkins-Moore, M., Mozingo, K., Franzen, K., Hines Bergeson, N., Goodman, L., Wang, H., Fang, Y., Olmstead, C., McCann, C., Thomas, P., Goodrich, E., Elvinger, F., Smith, D.C., Tong, S., Slavinski, S., Calle, P.P., Terio, K., Torchetti, M.K. y Diel, D.G. (2020). From people to Panthera: natural SARS-CoV-2 infection in tigers and lions at the Bronx Zoo. *mBio* 11:e02220-20. <https://doi.org/10.1128/mBio.02220-20>

Moore, NM., Li H., Schejbal, D., Lindsley, J. y Hayden MK. (2020). Comparison of Two Commercial Molecular Tests and a Laboratory-Developed Modification of the CDC 2019-nCoV Reverse Transcriptase PCR Assay for the Detection of SARS-CoV-2. *Journal of Clinical Microbiology*, 58(8), e00938-20. <https://doi.org/10.1128/JCM.00938-20>

Ramirez, J.D., Muñoz, M., Hernandez, C., Flórez, C., Gomez, S., Rico, A., Pardo, L., Barros, E.C. y Paniz-Mondolfi, A.E. (2020). Genetic Diversity Among SARS-CoV2 Strains in South America may Impact Performance of Molecular Detection. *Pathogens*, 9(7), E580. <https://doi.org/10.3390/pathogens9070580>

Shi, J., Han, D., Zhang, R., Li, J. y Zhang, R. (2020a). Molecular and serological assays for SARS-CoV-2: insights from genome and clinical characteristics. *Clinical Chemistry*, 66 (8), 1030-46. <https://doi.org/10.1093/clinchem/hvaa122>

Shi, J., Wen, Z., Zhong, G., Yang, H., Wang, C., Huang, B., Liu, R., He, X., Shuai, L., Sun, Z., Zhao, Y., Liu, P., Liang, L., Cui, P., Wang, J., Zhang, X., Guan, Y., Tan, W., Wu, G., Chen, H. y Bu, Z. (2020). Susceptibility of ferrets, cats, dogs, and other domesticated animals to SARS-coronavirus 2. *Science*, 368 (6494), 1016–1020. <https://doi.org/10.1126/science.abb7015>

Stout, A.E., André, N.M., Jaimes, J.A., Millet, J.K., Whittaker, G.R. (2020). Coronaviruses in cats and other companion animals: Where does SARS-CoV-2/COVID-19 fit?. *Vet Microbiol*, 247, 108777. doi: 10.1016/j.vetmic.2020.108777

Xingguang, L., Junjie, Z., Qiang, Z., Qing, N., Yi, L., Brian, F. y Antoine, C. (2020). Evolutionary history, potential intermediate animal host, and cross-species analyses of SARS-CoV-2. *Journal of Medical Virology*, 92, 602-611. <https://doi.org/10.1002/jmv.25731>

Ye, Z. W., Yuan, S., Yuen, K. S., Fung, S. Y., Chan, C. P. y Jin, D. Y. (2020). Zoonotic origins of human coronaviruses. *International journal of biological sciences*, 16(10), 1686–1697. <https://doi.org/10.7150/ijbs.45472>

La Universidad Pública y su rol en la pandemia COVID-19: laboratorios de diagnóstico al servicio de la red nacional de laboratorios de influenza y otros virus respiratorios

Rosana Toro ¹; Juan Manuel Unzaga ²; Gonzalo Márquez ³; Carlos Javier Panei ²; Alejandra Bosch ¹; Guillermo Docena ¹; Martín Carlos Abba ⁴; Daniela Hozbor ¹; Equipo Red de Laboratorios de la UNLP

¹ Facultad de Ciencias Exactas – UNLP; ² Facultad de Ciencias Veterinarias – UNLP; ³ Presidencia de la UNLP; ⁴ Facultad de Ciencias Médicas – UNLP; rosanat26@hotmail.com

Resumen: *La enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) se informó por primera vez en Wuhan, China, el 31 de diciembre de 2019, declarándose emergencia de salud pública de importancia internacional en primera instancia y posteriormente elevada a la categoría de pandemia. Ante la grave situación sanitaria producto de la propagación del SARS-CoV-2, el Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires y la Universidad Nacional de La Plata establecieron un convenio de cooperación con la finalidad de que la Universidad Nacional de La Plata provea capacidad diagnóstica al sistema sanitario. Luego de un período de adecuación de los laboratorios e implementación de protocolos se inició tempranamente con el diagnóstico del SARS-CoV-2, habiendo procesado a fines de septiembre de 2020 más de 32.000 muestras provenientes de diversos Municipios de las Regiones Sanitarias I, II, IV, VI, X y XI de la Provincia de Buenos Aires. Los laboratorios participantes de las Facultades de Ciencias Exactas, Ciencias Médicas y Ciencias Veterinarias forman parte de los Laboratorios de referencia de COVID-19 de la Provincia de Buenos Aires y articulan dicha labor con diversas actividades de investigación, docencia y desarrollo con la finalidad de proveer soluciones al sistema de salud en el contexto de la pandemia.*

Palabras clave: diagnóstico; SARS-CoV2; COVID-19

Recibido: 10/10/2020 Aceptado: 13/10/2020

DOI: <https://doi.org/10.24215/26838559e015>

The Public University and its role in the COVID-19 pandemic: diagnostic laboratories at the service of the national network of influenza and other respiratory viruses

Abstract. *Coronavirus 2019 (COVID-19) was initially reported in Wuhan, China, on December 31 2019, and later declared as public health of international relevance and pandemic disease. Given the serious health situation resulting from the spread of SARS-CoV-2, the Ministry of Health of the Province of Buenos Aires and the Universidad Nacional de La Plata established a cooperation agreement to provide the diagnostic capability to the Public Health System. After an implementation period, Universidad Nacional de La Plata based labs began early with the diagnosis of SARS-CoV-2, having processed more than 32,000 samples derived from Sanitary Regions I, II, IV, VI, X, and XI of the Province of Buenos Aires. The participating laboratories at UNLP are part of the Reference Laboratory for COVID-19 of the Province of Buenos Aires and participate in research, teaching, and development activities to provide solutions to the Public Health System in the context of this pandemic disease.*

Key words: diagnosis; SARS-CoV2; COVID-19

Equipo Red de Laboratorios de la UNLP

Alejandro Aiello ⁴	Nadia Analía Fuentealba ²	Alejandro Orłowski ⁴
Pablo Martín Aispuro ¹	Magalí Gabrielli ¹	Marcelo Italo Pecoraro ²
Nicolás Ambrosio ¹	Horacio Garda ⁴	Nicolás Pedrini ⁴
Andrés Angelletti ¹	Alejandra Giordano ¹	Erica Pereyra ⁴
Melina Anello ¹	Solange Giordano ¹	Lisandro Petraglia ¹
Lucía Argenio ²	Carlos Golijow ²	Jimena Quintana Corvalan ¹
Carolina Gabriela Aspitia ²	María Gonzalez Baro ⁴	Magdalena Rambeaud ²
Keila Belhart ¹	Carolina Jaquenod De Giusti ⁴	Mauricio Reynoso ¹
Cecilia Bergna ¹	Mauricio Kraemer ⁴	María Eugenia Rodríguez ¹
Flavio Blanco ¹	Antonio Lagares ¹	Víctor Romanowsky ¹
Daniela Bottero ¹	Yanina Lamberti ¹	Gabriela Rudd ²
María Emilia Bravi ²	Sabrina M.L. Lavarías ⁴	Erika Rudi ¹
Victoria Cabassi ¹	Aníbal Lodeiro ¹	Martín Rumbo ¹

Romina Canzoneri ⁴	Luciano Malaissi ¹	Marianela Santana ⁴
Paula Carasi ¹	Flavia Mazzini ¹	Lorena Tau ¹
Noelia Costantini ⁴	María Victoria Mencucci ⁴	Carina Tersigni ¹
Andrés Cordero ¹	Mauro Montanaro ⁴	Marco Tizzano ²
María Virginia Croce ⁴	Verónica Moscoso ⁴	Soledad Traubenik ¹
Laura Delaplace ¹	Gastón Andrés Moré ²	Hugo Valdez ¹
Sebastián García Einschlag ¹	Victoria Nadalich ¹	Florencia Ventura ¹
Ulises Fleitas ¹	Maximiliano Orezza ¹	Martín Vila Petroff ⁴
Flavio Francini ⁴	Javier Origlia ²	Eugenia Zurita ¹

Contexto de la implementación de la capacidad diagnóstica

Las enfermedades emergentes y re-emergentes presentan un desafío en los sistemas de salud pública. La aparición de un nuevo coronavirus humano en diciembre del 2019 en la ciudad de Wuhan, China, desencadenó una colaboración internacional que permitió identificar y secuenciar el nuevo virus y diseñar un test diagnóstico en poco menos de un mes (Wu et al, 2020; Na et al, 2019; Corman et al, 2020). El 30 de enero de 2020 la Organización Mundial de la Salud declaró el brote del nuevo coronavirus como una emergencia de salud pública de importancia internacional y posteriormente la elevó a la categoría de pandemia. (<https://www.who.int/home>). En Argentina, el Ministerio de Salud de Nación diseñó diferentes estrategias de atención y cuidado de pacientes con enfermedad por SARS CoV 2 (COVID-19), implementando el diagnóstico por PCR en laboratorios de la Red

Nacional de Influenza y otros virus respiratorios, a los que sumó nuevos laboratorios con el fin de aumentar la capacidad de respuesta diagnóstica.

El 18 de marzo del 2020, el Presidente de la UNLP, Dr. Fernando Tauber, puso a disposición del Ministro de Salud de la Provincia de Buenos Aires las capacidades existentes en las distintas Facultades, para el eventual procesamiento y diagnóstico del SARS-CoV-2. Luego de la declaración del Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO) por parte del Gobierno Nacional en marzo del corriente año ([DECNU-2020-297-APN-PTE](#)), el Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires concretó junto con la UNLP el inicio del trabajo en colaboración para el diagnóstico molecular de SARS-CoV-2, en apoyo a la Red Nacional de Laboratorios de Influenza y otros virus respiratorios a través de laboratorios de las Facultades de Ciencias Exactas, Ciencias Médicas y Ciencias Veterinarias en el marco del convenio específico ([CONVE-2020-06345305-GDEBA-MSALGP](#)). En este sentido, se conformó un **Comité Técnico** integrado por representantes de la universidad y de las 3 facultades intervinientes, con el fin de conformar los grupos de trabajo integrados por docentes-investigadores y la puesta en marcha y ejecución de los laboratorios. Dicho proceso implicó, la implementación de normas de bioseguridad, arreglos edilicios, validación del equipamiento existente, la adquisición de nuevo equipamiento, la capacitación del personal y la redacción de los protocolos operativos para el correcto funcionamiento de los laboratorios.

Grado de relevancia y pertinencia

La vigilancia epidemiológica en la actual situación consiste en detectar de manera temprana casos, permitiendo la atención adecuada de los pacientes y la implementación de las medidas de investigación, prevención y control tendientes a reducir el riesgo de diseminación de la infección en la población, así como la adecuada atención de los casos graves. Para ello, es imprescindible contar con un diagnóstico etiológico rápido y eficaz que sea el punto de partida para un correcto manejo epidemiológico de la pandemia. Así, la vigilancia de COVID-19 se inscribe dentro de las infecciones respiratorias agudas (ETI, bronquiolitis, neumonía, IRAG, IRAGI y sospecha Virus emergente) que incluye los servicios de atención de los distintos subsectores, las áreas de epidemiología municipales, regionales, provincial y nacional, la red nacional de laboratorios de influenza y otros virus respiratorios, laboratorios privados con capacidad para el diagnóstico y los laboratorios nacionales dependientes de la ANLIS, entre otros. En este sentido, la conformación de los laboratorios de la UNLP en apoyo directo a los citados laboratorios, se suma a la acción en ayuda colaborativa al diagnóstico de COVID-19 en el territorio provincial, atendiendo en forma temprana la vasta demanda existente y en cumplimiento directo con uno de los pilares que prevé el Estatuto de la UNLP, en relación a la integración de la Universidad en tanto institución del Estado Nacional con la comunidad de la cual forma parte, promoviendo a contribuir en la resolución de las problemáticas sociales/sanitarias existentes. Debido a que las Facultades de

Ciencias Exactas, Ciencias Médicas y Ciencias Veterinarias cuentan con laboratorios con las condiciones edilicias y de equipamiento correspondiente a los niveles de bioseguridad 2 (BSL2), así como con profesionales adiestrados y con experiencia en el área, se constituyeron en unidades académicas de referencia para la implementación de los procedimientos de diagnóstico.

Demanda de capacidad diagnóstica del SARS-CoV-2

La actual pandemia requiere que, en relación a la vigilancia epidemiológica, se aúnen todos los esfuerzos posibles para dar respuesta inmediata y certera para asegurar la contención sanitaria que la población requiere. En este sentido, desde que el 3 de marzo del corriente año se confirmó el primer caso de COVID-19 en Argentina, correspondiente a un viajero proveniente de Italia, la demanda en cuanto al diagnóstico molecular de SARS-CoV-2 ha ido en aumento, sobre todo en relación a las políticas públicas desarrolladas, tal es el caso del Dispositivo Estratégico de Testeo para Coronavirus en Territorio de Argentina (DETeCTAr). En este mismo sentido, la Universidad Pública, como parte integrante del Estado, ha demostrado estar a la altura de las necesidades respondiendo en forma rápida a la demanda que desde la Red Nacional de Laboratorios de influenza y otros virus respiratorios se visualizó respecto al aumento del diagnóstico de COVID-19 en el territorio de la Provincia de Buenos Aires.

Implementación de una red de laboratorios para la detección del SARS-CoV-2 en unidades académicas de la UNLP

Conformación de un Comité Técnico para el Diagnóstico de SARS-CoV-2

En base a un relevamiento interno realizado por la Presidencia de la UNLP con el objetivo de magnificar las capacidades internas para la realización de diagnósticos de esta enfermedad, el 23 de marzo de 2020 se procede a constituir un Comité Técnico coordinado por la Presidencia y con representación de las Facultades de Ciencias Exactas, Ciencias Médicas y Ciencias Veterinarias. La finalidad del mismo fue la de coordinar las líneas de acción entre unidades académicas, en lo que respecta al diagnóstico del SARS-CoV-2. Las primeras actividades realizadas fueron las relacionadas con la puesta a punto de los laboratorios, en las cuales fue clave el diálogo y la puesta en valor de la experiencia previa de los diversos actores involucrados. En este sentido, cabe destacar el rol central de dicho comité en el desarrollo de las acciones llevadas adelante por la UNLP para acompañar al sistema de diagnóstico provincial. El trabajo del mismo permitió no sólo promover actividades de cooperación entre laboratorios, sino también la coordinación de todas las acciones de logística y provisión de insumos entre el Ministerio de Salud de la Provincia y las facultades de la UNLP involucradas. De esta manera el funcionamiento del comité ha resultado fundamental para generar debates, articular tareas y diseñar estrategias para dar respuesta a las demandas sanitarias.

A continuación, se describen el proceso de implementación y las actividades de diagnóstico que se desarrollan en las tres unidades académicas.

Facultad de Ciencias Exactas:

Laboratorio de Salud Pública

El Laboratorio de Salud Pública (LSP) de la Facultad de Ciencias Exactas, como parte del Programa de Salud de la Secretaría de Extensión de dicha Unidad Académica, desarrolla desde hace más de 10 años una intensa actividad de diagnóstico bioquímico y de enfermedades infecciosas. Además, desde su creación lleva a cabo una intensa actividad docente con alumnos de las Prácticas Bioquímicas y con Extensionistas quienes se integran en actividades en los distintos sectores, posicionando al LSP como una unidad de docencia-extensión e investigación del Área Bioquímica Clínica. En el año 2009 debido a la pandemia de Gripe (Influenza H1N1) se formó en el LSP un equipo de trabajo en diagnóstico viral, capacitado en el Instituto Malbrán para dar respuesta a dicha emergencia. Como resultado se realizaron diagnósticos de Influenza A y B, y se llevaron a cabo actividades de docencia e investigación en colaboración con el Servicio de Virus Respiratorios del Instituto Malbrán a cargo de la Dra. Elsa Baumeister, docente de Virología Clínica de nuestra Facultad. En el año 2014 el laboratorio de virología del LSP ha creado el Centro de asesoramiento, prevención y testeo de VIH, Hepatitis Virales y Sífilis, que desde entonces realiza jornadas de testeo y prevención de infecciones de

transmisión sexual destinados tanto a la comunidad universitaria como a la población general.

El objetivo final de todas las actividades desarrolladas por el LSP apunta a mejorar la formación profesional de nuestros graduados, incentivando el compromiso con el trabajo territorial y en los diversos ámbitos académicos y de Salud Pública.

Ante la emergencia del nuevo Coronavirus, en el mes de marzo de 2020 la Facultad de Ciencias Exactas decidió sumar capacidades y equipamiento de distintos centros de investigación para apoyar al LSP en la implementación de metodologías moleculares de identificación molecular de SARS-CoV-2, en hisopado de pacientes obtenidos de las diferentes Regiones Sanitarias de la Provincia de Buenos Aires.

El primer desafío fue organizar el trabajo para articular con los niveles de atención hospitalarios y las autoridades de los Ministerios de Salud Provincial y Nacional. Fue importante en este sentido, la experiencia con que contaba el LSP para llevar a cabo el procesamiento general de muestras clínicas, desde la recepción de las mismas hasta el diagnóstico molecular y/o serológico. Los profesionales docentes del laboratorio de virología recibieron el entrenamiento del Instituto Malbrán para la implementación de kits de diagnóstico, integrando la Red Nacional de Diagnóstico de SARS-CoV-2 colaborando con el Sistema de Salud en el monitoreo y manejo de la pandemia. El equipo de trabajo, recibió capacitación por parte de la Pro-secretaría de Hábitat y Espacios y la Dirección de Seguridad, Higiene y Desarrollo Sustentable de nuestra facultad para el uso del equipo de protección personal y sobre prácticas

de bioseguridad. Con el apoyo de las autoridades de la facultad y la UNLP, se construyó un espacio para la recepción de muestras clínicas patogénicas, que garantiza hoy la seguridad de las personas que trabajaran en ello.

Desde el inicio de las actividades, articularon con el LSP los distintos grupos de docentes, investigadores y alumnos de nuestra facultad constituyéndose un grupo interdisciplinario de trabajo con los distintos centros de investigación de la facultad, CONICET y el LSP. Se conformó así el **Grupo COVID Exactas**, constituido por docentes, investigadores, becarios y estudiantes de distintos Institutos de la facultad como el Instituto de Estudios Inmunológicos y Fisiopatológicos (IIFP), el Instituto de Biotecnología y Biología Molecular (IBBM), el Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), y el Centro de Investigación y Desarrollo en Fermentaciones Industriales (CINDEFI). El nuevo Laboratorio de Virología se creó entonces sumando las capacidades, recursos humanos y equipamiento del Grupo COVID Exactas, de otros Programas de Extensión de nuestra facultad, de voluntarios, de investigadores y bioquímicos provenientes de hospitales con capacitación técnica en Biología Molecular. Con el esfuerzo de nuestra facultad y la Universidad se incorporaron nuevos cargos docentes que permitieron poner en marcha un gran equipo de trabajo, que cuenta hoy con más de 30 personas entre docentes, investigadores y alumnos. A través del sector de Gestión de Calidad del LSP y la División de Redes de Internet de nuestra facultad se logró incorporar un sistema informático de laboratorio que garantiza la trazabilidad

de las muestras asegurando la calidad del trabajo desde la recepción de las mismas hasta la obtención del informe final. Es importante resaltar además que el LSP se incorporó al proyecto en red de secuenciación de material genómico de SARS-CoV-2 *"Genómica de los virus SARS-CoV-2 productores de COVID-19 en Argentina. Análisis integral de aspectos genéticos, clínicos y evolutivos de cepas autóctonas y su impacto en el diagnóstico y la epidemiología local y global"*.

Desde el 27 de abril hasta fin de septiembre, el LSP ha procesado más de 16.000 muestras provenientes principalmente de las regiones sanitarias VI, X y XI. La capacidad de procesamiento se estimó inicialmente en 100 muestras diarias, pero la demanda aumentó llegando a un máximo de casi 400 muestras en el mes de Julio. El poder responder a esta tremenda demanda fue gracias al compromiso de cada integrante del equipo de trabajo y a la organización del LSP en los distintos niveles: recepción de muestras, preparación y procesamiento, lectura e interpretación de resultados, informe final de resultados en el Sistema Integrado de Información Sanitario Argentino (SISA) y comunicación con los médicos y bioquímicos del nivel de atención hospitalaria.

El grupo de trabajo del LSP articula con el grupo COVID Exactas, el laboratorio VacSal y con las Brigadas Sanitarias "Ramona Medina" de nuestra Facultad. Recientemente el Grupo COVID Exactas recibió financiamiento del MINCYT en el marco del proyecto *"Fortalecimiento de las capacidades de diagnóstico e investigación del Laboratorio de Salud Pública de la Facultad de Ciencias Exactas (UNLP)"*. Estas interacciones

multidisciplinarias impulsaron nuevos proyectos de investigación en 3 ejes de trabajo: diagnóstico (RT-qPCR sobre muestras de hisopados de pacientes), vigilancia (análisis en “pooles” de muestras de hisopados por RT-qPCR y anticuerpos por serología) y validación y desarrollo de métodos analíticos (biología molecular, detección de antígenos virales y de anticuerpos, detección de marcadores de vigilancia en orina por métodos espectroscópicos).

En relación a las actividades de vigilancia epidemiológica, el LSP ha formado parte del equipo de trabajo conformado por profesionales de diferentes Unidades de Pronta Atención (UPA) de La Plata, bioquímicos coordinados desde el Colegio de Bioquímicos de la Provincia de Buenos Aires y los brigadistas de la Facultad de Ciencias Exactas. Este grupo, integrado por aproximadamente 150 personas, se ha dedicado a monitorear distintos barrios de La Plata. En particular, el LSP ha participado en la realización de las extracciones de sangre y la detección de anticuerpos específicos de SARS-CoV-2 por ELISA con el kit COVIDAR (aportado por el Ministerio de Salud). A su vez esta actividad ha sido coordinada con el Instituto de Hemoterapia de La Plata donde se realizan las donaciones de plasma de convalecientes. La actividad desarrollada en pocos meses queda plasmada en la creación del nuevo laboratorio de virología dentro del LSP que combina diagnóstico clínico, docencia e investigación, para responder hoy a las necesidades sanitarias de esta pandemia de COVID 19, con el fin de permanecer en la post-pandemia para responder a diferentes requerimientos sanitarios asociados a infecciones virales.

Laboratorio VacSal del Instituto de Biotecnología y Biología Molecular (FCE-UNLP CONICET)

El laboratorio VacSal además de las actividades de investigación en el área de Vacunología Humana y de interacción huésped-patógeno es Centro de Referencia de la patología denominada pertussis o tos convulsa, una enfermedad respiratoria de origen bacteriano resurgente. El laboratorio ha participado activamente desde hace más de 22 años en la vigilancia laboratorial de pertussis, realizando actividades de diagnóstico, capacitación y transferencia de metodologías a nivel nacional e internacional (Ministerio de Salud, 2010; Falleiros Arlant, 2014). Ha contribuido de manera sustancial al armado de la red de vigilancia laboratorial para pertussis. Con esta experiencia y en respuesta a la situación de pandemia causada por el virus reemergente SARS-CoV-2, el laboratorio se puso a disposición de la Facultad de Ciencias Exactas y de las autoridades sanitarias para contribuir en dar respuesta a la situación de crisis sanitaria que estamos atravesando. A fines de mayo, en forma articulada con el Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires, comenzamos con las actividades de implementación, validación de equipos y kits y puesta a punto de la detección de SARS-CoV-2 a través de la estrategia de pooles o agrupamiento de muestras clínicas. Este trabajo surgió además de la interacción con docentes-investigadores de la Universidad de Buenos Aires, en particular con el grupo dirigido por los Dres. Roberto Etchenique y Adali Pecci. Conformamos primeramente el

equipo de trabajo, que en la actualidad está constituido por docentes-investigadores, becarios y profesionales de apoyo en un total de 10 y ajustamos los protocolos de trabajo para COVID-19. Trabajamos entonces en la evaluación de la factibilidad de realizar agrupamiento de muestras clínicas antes de proceder a la extracción de ARN lo cual posibilitaría no solo el ahorro en kits de RT-qPCR sino además los de la extracción de ARN. Establecimos y pusimos a punto todas las condiciones de trabajo, y una vez finalizada la etapa realizamos una prueba piloto trabajando en forma paralela con la estrategia de pools y la detección individual a partir de un mismo set de muestras. Una vez validada la estrategia, y en respuesta al diseño de vigilancia activa diseñada por Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires, se comenzó a recibir muestras clínicas provenientes de individuos asintomáticos u oligosintomáticos (incluyendo residentes, personal de salud, otros trabajadores) que asisten a lugares semicerrados como geriátricos, hogares de asistencia a personas, clínicas de salud mental, comisarías, penitenciarías, de distintas localidades de la provincia de Buenos Aires. La vigilancia activa busca así detectar tempranamente individuos infectados de forma de posibilitar la rápida implementación de acciones sobre el individuo y su entorno (Provincia de Buenos Aires, 2020).

Desde el 28 de mayo a finales de septiembre hemos procesado más de 8.000 muestras clínicas provenientes de localidades de las regiones sanitarias I, II, IV, VI, X y XI. Las muestras a procesar en nuestro laboratorio son recepcionadas por el LSP

utilizando el circuito por ellos diseñado (ver arriba). Para el procesamiento de las muestras en el laboratorio se destinan 3 días de trabajo de forma de dejar los otros días para apertura de pooles, evaluación de kits y de otras estrategias posibles de ser implementadas. Los resultados se informan a los efectores de salud y a SISA dentro de las 24-48 hs de recepcionada la muestra en VacSal. Semanalmente recibimos un promedio de 600 muestras, pero este número es muy variable. Hasta la fecha el máximo número de muestras procesadas en un día fueron 438. Es de destacar que el ahorro en kits de esta estrategia es dependiente de la prevalencia de casos positivos. Si bien la positividad ha cambiado desde que comenzamos el trabajo en COVID-19, el promedio de ahorro es del 66%; dicho de otro modo, con un kit podemos evaluar la presencia de SARS-CoV-2 en tres individuos, lo cual permite una mayor velocidad y amplitud en el testeo de asintomáticos y oligosintomáticos. En las últimas semanas del mes de septiembre además de trabajar con la estrategia de pooles, realizamos análisis de muestras clínicas individuales ya que provienen de pacientes cuya sintomatología cumple con la definición clínica de COVID-19. Recibimos así muestras de Bahía Blanca, Pergamino y Ezeiza. Además de las actividades de laboratorio, hemos contribuido en el diseño de instructivos y de las fichas epidemiológicas que se emplean en la estrategia de pooles. Hemos transferido la metodología a otras instituciones y hemos realizado actividades de asesoramiento de la implementación de dicha estrategia.

Facultad de Ciencias Médicas

El 25 de marzo de 2020 la Facultad de Ciencias Médicas procedió a constituir una red de laboratorios (denominada Redlab FCM-UNLP) integrada por el Instituto de Investigaciones Bioquímicas de La Plata (INIBIOLP), el Centro de Investigaciones Cardiovasculares (CIC), el Centro de Investigaciones Inmunológicas Básicas y Aplicadas (CINIBA) y el Centro de Endocrinología Experimental y Aplicada (CENEXA). Dicha red se constituyó en función de un relevamiento de sus capacidades en cuanto a la disponibilidad de cabinas de bioseguridad de tipo 2, equipos de PCR de tiempo real y la disponibilidad de voluntarios con experiencia en biología molecular y en el manejo de agentes infecciosos. De esta manera se conformó un equipo de trabajo compuesto por 18 profesionales Bioquímicos, Biotecnólogos y Biólogos Moleculares (Docentes de UNLP e Investigadores y CPA del CONICET) con el objetivo de acondicionar los laboratorios, definir la logística de las muestras y definir los protocolos de trabajo. El proceso de reacondicionamiento de los laboratorios en lo que respecta a bioseguridad, validación de cabinas de seguridad, recepción y logística de muestras fue supervisado por la Secretaria de Bioseguridad e Higiene de la UNLP. Brevemente, se constituyeron equipos de trabajo distribuidos en los sectores de: 1) Recepción de muestras, 2) Procesamiento y extracción de ARN, 3) Análisis por PCR de tiempo real y 4) Carga de resultados al SISA. Los cuatro sectores se encuentran conectados a un sistema integrado de carga de datos que facilita la trazabilidad de las muestras en tiempo real y facilita la coordinación de los grupos

de trabajo. En la recepción se procede al ingreso de las muestras al sistema, se digitalizan las fichas epidemiológicas y se labra un acta de recepción de manera diaria. Desde el inicio de las actividades (26 de mayo de 2020) hasta finales de septiembre se procesaron más de 4.500 muestras. Actualmente se procesan 350 muestras semanales (de lunes a sábado) provenientes de diversas Instituciones del sector Público y Privado de la Región Sanitaria XI (SAME La Plata, Hospital Municipal Francisco Caram Brandsen, Instituto Médico de Brandsen, Hospital Zonal Especializado Dr. Noel H. Sbarra, Nueva Clínica del Niño de La Plata S.R.L., Hospital Interzonal de Agudos Especializado en Pediatría Sor María Ludovica, etc.).

Las muestras recepcionadas corresponden principalmente a hisopados nasofaríngeos y aspirados traqueales que se procesan mediante el empleo de columnas de purificación de ARN (Viral Nucleic Acid Extraction Kit II, GeneAid) o mediante el sistema de beads magnéticas (MGIEasy Nucleic Acid Extraction Kit). La detección del ARN del SARS-CoV-2 se realiza mediante el empleo de sistemas de qPCR Taqman (GeneFinder COVID-19 Plus RealAmp Kit, BGI Real-Time Fluorescent RT-PCR Kit for Detecting SARS-CoV-2, DisCoVery AP-Biotech) provistos por el Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires. Los resultados se informan a los efectores de salud y a SISA dentro de las 12-24 hs. de recepcionada la muestra. Es importante mencionar que dichas actividades dieron lugar y articulan con actividades de investigación y desarrollo en el marco de un proyecto financiado Programa de Articulación y Fortalecimiento Federal de las Capacidades en Ciencia y

Tecnología COVID-19 del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación (MINCyT). El eje central del proyecto consiste en el desarrollo de un sistema RT-qPCR para la determinación de la carga viral del SARS-CoV-2 a partir de hisopados nasofaríngeos en pacientes con diagnóstico confirmado de COVID-19. En primer lugar, dicho desarrollo se pondrá a disposición del sistema sanitario provincial y nacional a la manera de un servicio tecnológico brindado por la Facultad de Ciencias Médicas de la UNLP. En segundo lugar, se evaluará la posibilidad de producción y distribución del sistema de detección de carga viral a todo laboratorio de salud pública que desee evaluarlo previa autorización y certificación por las instituciones involucradas. Además, dicha metodología se utilizará como herramienta para estudiar la relación entre la carga viral y el índice de disfunción pulmonar y marcadores de fase aguda al momento de la internación del paciente y luego de 7 días de su hospitalización.

Facultad de Ciencias Veterinarias

En un primer momento se pusieron en marcha dos ejes fundamentales para cumplir con el funcionamiento de la Unidad de Diagnóstico COVID-19 FCV-UNLP, por un lado (a) se conformó el grupo de trabajo y por otro; (b) se evaluó, seleccionó el laboratorio y se realizaron los arreglos edilicios y la validación y compra de equipamiento necesario para el buen desempeño de las actividades correspondientes.

(a) El grupo de trabajo está integrado por 13 docentes-investigadores (UNLP-CONICET) pertenecientes al Instituto de Genética Veterinaria (IGEVET), Laboratorio de Inmunoparasitología (LAINPA) y Laboratorio de Virología (LAVIR) de las carreras de Medicina Veterinaria y Microbiología Clínica e Industrial de la FCV-UNLP. Respecto a su formación académica, los participantes constituyen un grupo heterogéneo y multidisciplinar integrado por Médicos Veterinarios, Bacteriólogos y/o Microbiólogos, Lic. en Biología y Biotecnólogos que voluntariamente participaron de 3 encuentros virtuales para la puesta en conocimiento, selección y diseño de los equipos de trabajo que, de acuerdo a las normativas de bioseguridad vigentes, están conformados por 3 subgrupos de 4 integrantes cada uno que desarrollan el trabajo en días definidos de lunes a viernes. Para la ejecución de las tareas, cada uno de los subgrupos cuenta con profesionales dedicados a tareas específicas (1-recepción de muestras y asistencia general, 2- extracción de ARN en cabina, 3- *real time* RT-PCR y pre-informes y 4-informe final al SISA). Previo a la puesta en marcha los profesionales seleccionados recibieron capacitaciones técnico-científicas específicas como así también una capacitación dictada por la Dirección de Seguridad, Higiene y Desarrollo Sustentable-UNLP para brindar los conocimientos necesarios para el desarrollo bio-seguro del diagnóstico y la disposición de residuos.

Por otro lado, y como medida de control del personal abocado al diagnóstico, a cada integrante del laboratorio se le realiza un hisopado orofaríngeo con una frecuencia

mensual. Las muestras de ARN obtenidas de cada uno son procesadas por *real time RT-PCR* formando pooles por cada subgrupo de trabajo.

(b) La Facultad de Ciencias Veterinarias, acordó con los representantes del Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires, la recepción y procesamiento de muestras provenientes del monitoreo llevado a cabo en barrios populares como parte del DETeCTAr, principalmente. Para ello, en el mes de mayo se conformó la Unidad de Diagnóstico de COVID-19, que funciona en las instalaciones de la Cátedra de Tecnología y Sanidad de los Alimentos, laboratorio preexistente que fue seleccionado bajo el asesoramiento de personal perteneciente a la Dirección de Seguridad, Higiene y Desarrollo Sustentable-UNLP. En este sentido, el laboratorio fue acondicionado acorde a las normas de bioseguridad requeridas para llevar a cabo el diagnóstico de SARS-CoV-2. Se realizaron modificaciones edilicias para la recepción de muestras y se acondicionaron los espacios de circulación y señalética dentro del predio de la facultad para una correcta ubicación y transporte de la muestra por parte de los ambulancieros destinados a la tarea. Asimismo, se establecieron protocolos de circulación e ingreso al laboratorio, limpieza y desinfección del mismo, uso de elementos de protección personal (EPP), ingreso de muestras, toma de muestras, extracción de ARN y amplificación por *real time RT-PCR*. Se procedió a la validación (Empresa Validaciones Absolutas) de la cabina de seguridad de tipo II (Sabella, Argentina), se reubicó para su uso el equipo MIC

qCycler que pertenece al LAINPA y se adquirió el programa LabWin (Biodata) para la gestión técnica y administrativa integral de los datos.

Actividad diaria del laboratorio: se reciben principalmente muestras de personas residentes en alguno de los municipios que componen la Región Sanitaria VI y XI, como así también muestras provenientes de establecimientos sanitarios privados de la ciudad de La Plata y muestras tomadas por el SAME Provincia (Servicio de emergencia del Estado Bonaerense). Para ello, se mantiene una continua comunicación con el equipo de coordinación de diagnóstico de COVID-19 perteneciente al Gabinete de Asesores del Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires, así como el Área de Epidemiología de la Región Sanitaria XI de la Provincia de Buenos Aires, para el armado de la logística que permite la correcta circulación de la muestra. Así, las muestras de hisopados nasofaríngeos son recolectadas por personal sanitario, colocadas en tubos con 2 ml de solución fisiológica, dentro de bolsas herméticas y enviadas al laboratorio en un recipiente contenedor (triple envase), donde son recepcionadas junto con las fichas epidemiológicas correspondientes confeccionadas por el personal actuante en los muestreos. Los datos de las fichas epidemiológicas de cada muestra son cargados en el programa LabWin (<http://www.biodatasa.com.ar/>), y las muestras son procesadas con el número correlativo asignado por el programa. Los datos de procedencia (Municipios) y los datos clínicos son registrados para luego ser correlacionados con los resultados de los estudios moleculares. En virtud de estar

abogados, preferentemente, al programa DETeCTAr y teniendo en cuenta la necesidad de contar con los resultados en forma inmediata, los mismos son cargados en el SISA dentro de las 12/24 hs. de haber sido tomada la muestra. Además, se mantiene comunicación continua y directa con los profesionales y directivos de los diferentes establecimientos sanitarios.

Por otro lado, es importante destacar que recientemente se ha recibido financiamiento del MINCYT en el marco del proyecto “Detección y caracterización molecular del SARS-CoV-2 en animales y vigilancia epidemiológica de posibles reservorios, amplificadores y/o transmisores del virus” cuyo objetivo principal consiste en determinar datos epidemiológicos de animales en contacto con personas infectadas con SARS-CoV-2, y la detección y evaluación clínica de aquellos animales positivos, que permitan comprender la dinámica de la transmisión del virus y sus posibles reservorios, hospedadores intermediarios u otras vías de transmisión. Además, se espera poder realizar la caracterización genómica de las cepas circulantes y la obtención y conservación de muestras de interés epidemiológico para estudios posteriores (sangre, materia fecal, orina, etc.).

La proyección a futuro de este proyecto plantea la posibilidad de establecer un mecanismo de vigilancia epidemiológica de enfermedades virales y/o de otra índole en animales domésticos y fauna silvestre.

Cabe señalar además que a la fecha el grupo de trabajo ha publicado un trabajo científico denominado “Resultados del primer bimestre de trabajo de la Unidad de

Diagnóstico COVID-19 de la Facultad de Ciencias Veterinarias-UNLP” en la revista *Analecta Veterinaria* (Moré et al, 2020), como asimismo ha realizado un informe sobre la comparación de 3 kits de *real time* RT-PCR para detección de SARS-CoV-2 enviado recientemente para su publicación.

Aporte de la UNLP al sistema de salud de la Provincia de Buenos Aires

El trabajo mancomunado de los laboratorios de las tres Facultades de la UNLP permitió no solo dar una respuesta temprana a la necesidad diagnóstica sino también significativa en cuanto a que se procesaron más de 32.000 muestras provenientes de Municipios de las Regiones Sanitarias I, II, IV, VI, X y XI de la Provincia de Buenos Aires (Figura 1).

En base a la experiencia adquirida durante el transcurso de la pandemia de SARS-CoV-2 por parte de los laboratorios involucrados en este proyecto, la cual sienta la base de un trabajo conjunto de gran valor para la UNLP y una experiencia inigualable, consideramos pertinente la conformación de una **“Red de Diagnóstico de Enfermedades Emergentes de la UNLP”**, con el fin de amalgamar los conocimientos adquiridos y dejar funcionando un espacio permanente de apoyo al sistema sanitario provincial y nacional.

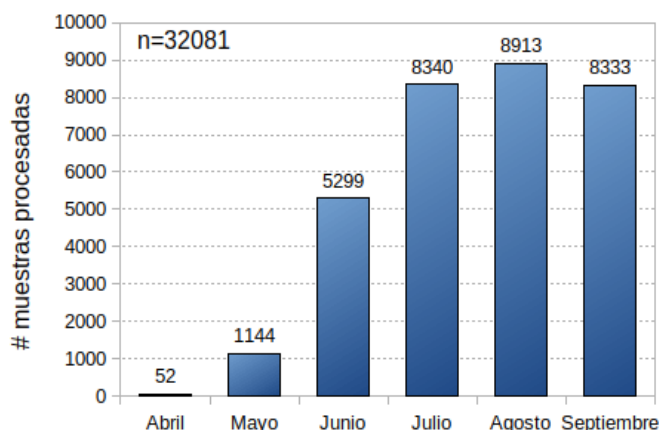


Figura 1. Número total de muestras procesadas por mes por los laboratorios de la FCE, FCM y FCV de la UNLP para la determinación del SARS-CoV-2.

Figure 1. Total number of samples processed per month by the laboratories of the FCE, FCM and FCV of the UNLP for the determination of SARS-CoV-2.

Financiamiento

En base a lo expresado en las cláusulas segunda y tercera del convenio específico (CONVE-2020-06345305-GDEBA-MSALGP), el Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires se compromete a suministrar los insumos necesarios para el diagnóstico molecular de COVID-19 y la Universidad Nacional de La Plata asegura las condiciones edilicias y de equipamiento correspondiente a los niveles de bioseguridad 2, cumpliendo con medidas de protección del personal recomendadas para este tipo de procedimientos.

En el caso del Laboratorio de Salud de la Facultad de Ciencias Exactas, parte de los fondos recibidos del MINCyT por el subsidio de Fortalecimiento de Capacidades Analíticas del LSP se destinan a la compra de equipamiento menor e insumos varios.

También es importante resaltar que varios Institutos de Investigación y la facultad han destinado recursos para asegurar y sostener el funcionamiento del mismo.

Agradecimientos

Agradecemos al Presidente de la UNLP Dr. Fernando Tauber, a las autoridades de la Facultad de Ciencias Exactas, Ciencias Médicas, Ciencias Veterinarias de la UNLP, al Ministerio de Salud de La Provincia de Buenos Aires, así como al CONICET, CIC-PBA, Fundación Bioquímica Argentina y al Colegio de Bioquímicos de la Provincia de Buenos Aires.

Referencias bibliográficas

Corman, V. M., Landt, O., Kaiser, M., Molenkamp, R., Meijer, A., Chu, D. K., Bleicker, T., Brünink, S., Schneider, J., Schmidt, M. L., Mulders, D. G., Haagmans, B. L., van der Veer, B., van den Brink, S., Wijsman, L., Goderski, G., Romette, J. L., Ellis, J., Zambon, M., Peiris, M., ... Drosten, C. (2020). Detection of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) by real-time RT-PCR. *Euro surveillance : bulletin Europeen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*, 25(3), 2000045.

<https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.3.2000045>

Falleiros Arlant, L., de Colsa, A., Flores, D., Brea, J., Avila Aguero y Hozbor, D. (2014) Pertussis in Latin America: epidemiology and control strategies, *Expert Review of Anti-infective Therapy*, 12:10, 1265-1275. <https://doi.org/10.1586/14787210.2014.948846>

Ministerio de Salud (2010). Coqueluche: normativa y tutorial para la vigilancia a través del sistema nacional de vigilancia laboratorial SIVILA-SNVS.

https://www.snvs.msal.gov.ar/descargas/Instructivos_Modulos/20100928_COQUELUCHE_Tutorial_para_la_notificacion_a_traves_del_SIVILA_2010.pdf

Moré, G., Panei, C.J., Fuentealba, N., Aspitia, C., Bravi, M.E., Origlia, J., Rambeaud, M., Tizzano, M., Rudd Garcés, G., Golijow, C., Unzaga, J.M. y Pecoraro, M. (2020). Resultados del primer bimestre de trabajo de la unidad de diagnóstico COVID-19 de la Facultad de Ciencias Veterinarias-UNLP. *Analecta Veterinaria*, 40, 2, 050.

<https://doi.org/10.24215/15142590e050>

Zhu, N., Zhang, D., Wang, W., Li, X., Yang, B., Song, J., Zhao, X., Huang, B., Shi, W., Lu, R., Niu, P., Zhan, F., Ma, X., Wang, D., Xu, W., Wu, G., Gao, G. F., Tan, W., & China Novel Coronavirus Investigating and Research Team (2020). A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. *The New England journal of medicine*, 382(8), 727–733.

<https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001017>

Provincia de Buenos Aires (2020). La provincia implementa un novedoso sistema de control en geriátricos.

https://www.gba.gob.ar/saludprovincia/noticias/la_provincia_implementa_un_novedoso_sistema_de_control_en_geriatricos

Wu, F., Zhao, S., Yu, B., Chen, Y.M., Wang, W., Song, Z.G., et al. A new coronavirus associated with human respiratory disease in China. *Nature*, 579, 265–269 (2020).

<https://doi.org/10.1038/s41586-020-2008-3>

Desarrollo de un sistema de detección de anticuerpos contra COVID-19 basado en el principio de inmunocromatografía

Ortiz, Gastón ^{1,2}; Sebastián F. Cavalitto ¹

¹ CINDEFI (CONICET La Plata – UNLP); ² UNaHur; ³ cavalitto@quimica.unlp.edu.ar

Resumen. Con la llegada del COVID-19 a la Argentina se evidencio la falta de herramientas de origen local que permitieran mitigar los efectos de la pandemia desde el punto de vista epidemiológico. Una de estas herramientas claves para dicho propósito, contempla el uso de métodos de diagnóstico rápidos y eficientes. Dentro de cuales, el más versátil, desde un punto de vista de su relación costo beneficio, lo constituyen los llamados test serológicos rápidos. Este tipo de métodos, permiten realizar estudios poblacionales a gran escala con la finalidad de hallar individuos infectados y trazar redes de contactos estrechos, permitiendo desde el punto de vista epidemiológico realizar mapeo y segregación de áreas contemplando métricas como incidencia de la enfermedad e inmunidad poblacional adquirida. El principio de este tipo de herramienta se basa en la detección de anticuerpos en sangre mediante un principio inmunocromatográfico y detección visual. Este sistema, debido a su baja complejidad y bajo costo de sus componentes permite su implementación sin la necesidad de una infraestructura hospitalaria o laboratorio. Para la realización de la prueba diagnóstica se requiere de una gota de sangre digital del individuo a testear y de la aplicación de la misma en el dispositivo, posteriormente mediante el agregado de una gota del reactivo cromatográfico se puede evidenciar la aparición de color en una o dos líneas de testeo, las cuales indicaran si la persona analizada posee o no anticuerpos contra el COVID-19. Si el resultado es positivo, indicativo de está o ha estado en contacto con el virus. Por ello, este tipo de test permite al personal sanitario tomar decisiones inmediatas acerca de la situación de una persona o grupo de personas positivas.

Palabras clave: tiras reactivas; análisis serológico; Farmacoop.

Recibido: 06/10/2020 Aceptado: 09/10/2020

DOI: <https://doi.org/10.24215/26838559e016>

Development of a detection system for antibodies against COVID-19 based on the principle of immunochromatography

Abstract. With the arrival of COVID-19 to Argentina, the lack of tools of local origin that would mitigate the effects of the pandemic from the epidemiological point of view was evidenced. One of these tools for this purpose contemplates the use of quick and efficient diagnostic methods. Among which, the most versatile, from a cost-benefit point of view, are the so-called rapid serological tests. This type of method allows large-scale population studies to be carried out in order to find infected individuals and draw close contact networks, allowing from an epidemiological point of view to carry out mapping and segregation of areas, considering metrics such as incidence of the disease and acquired population immunity. The principle of this type of tool is based on the detection of antibodies in blood using an immunochromatographic principle and visual detection. This system, due to its low complexity and low cost of its components, allows its implementation without the need for a hospital or laboratory infrastructure. To carry out the diagnostic test, a drop of blood from the individual to be tested is required and its application in the device, subsequently by adding a drop of the chromatographic reagent, the appearance of color in one or more two test lines, which will indicate whether or not the person analyzed has antibodies against COVID 19. If the result is positive, indicative of being or has been in contact with the virus. Therefore, this type of test allows healthcare personnel to make immediate decisions about the situation of a positive person or group of people.

Key words: lateral flow; point of care, local development.

Novedad u originalidad local en el conocimiento

Al momento de la aparición de los primeros casos de COVID-19 en el país, la Argentina no poseía desarrollos locales de sistemas de detección de la enfermedad, tanto en forma molecular (detección del virus por RT-PCR) como serológica (por

detección de anticuerpos anti COVID). Fue en ese momento que desde el grupo de Biotecnología de enzimas del CINDEFI, instituto de doble dependencia (CONICET-UNLP) situado dentro de la Facultad de Ciencias Exactas, decidimos comenzar con el desarrollo de un sistema de detección de anticuerpos (IgG e IgM) mediante el sistema de inmunocromatografía (Lateral Flow). Desde la base de nuestro conocimiento de los bioprocesos y de la producción de proteínas recombinantes, con la finalidad de tener cantidad suficiente de la proteína sin la necesidad de manipular al virus se procedió con el clonado y expresión de una de las proteínas virales (Proteína, Np). El gen de dicha proteína fue clonado y producido de forma recombinante en la bacteria *Escherichia coli*. Esta proteína es clave para el desarrollo ya que la misma le da especificidad al sistema, siendo la molécula (antígeno) que puede ser reconocida por los anticuerpos de la persona que está o estuvo infectada por el COVID-19. Una vez obtuvimos la proteína purificada comenzamos con la etapa del desarrollo que resultó ser la más desafiante para nuestro grupo de investigación. Esta fue seleccionar las condiciones de testeo que permitiesen obtener un test que fuera sensible y específico (requerimientos fundamentales para cualquier sistema testeo por sondeo). Esta parte resultó compleja, debido a los plazos con los que contábamos para el desarrollo, la falta de experiencia en sistemas inmunocromatográficos y falta completa de insumos locales para su realización.

Grado de relevancia

Tener un sistema nacional de detección serológica de COVID-19 permite independizarse de los vaivenes del mercado mundial y en el contexto de una pandemia, donde la mayoría de los países poseen las mismas necesidades diagnósticas que nuestro país. Por ello, dependiendo de la escala a la que el sistema pueda ser producido nuestro producto puede reemplazar parcial o totalmente a los productos importados y en el mejor de los casos ser exportado teniendo en ese caso el beneficio adicional de ser un generador de divisas genuinas para el país. El desarrollo de este sistema de detección por el ámbito académico público (CONICET-UUNN) en colaboración con el sector productivo Bamboo Biotech SAS y Alimentos Proteicos SA quienes financiaron el presente desarrollo. Por ello, este proyecto evidencia esquema asociativo público-privado, donde actúan sinérgicamente el conocimiento bien direccionado de un grupo académico y los intereses del sector privado, en pos de brindar bienes y servicios a la sociedad. El desarrollo, fue ideado y ejecutado desde el comienzo con la finalidad de su transferencia al sector productivo, siendo el adoptante del desarrollo la cooperativa farmacéutica Farmacoop Lta (cooperativa farmacéutica recuperada por sus empleados luego de la quiebra de Roux Ocefa), por tal motivo este proyecto además del aporte directo a la salud pública, brinda un beneficio directo en la generación de nuevos puestos de trabajo genuinos y de calidad.

Grado de pertinencia

La Argentina al igual que el resto de los países afectados por la pandemia de COVID-19 necesita de herramientas que le permitan manejar a la evolución epidemiológica de la forma más racional posible. De todas las herramientas necesarias, los métodos de diagnóstico constituyen la primera línea de batalla para mitigar los efectos de la propagación del virus y actuar en consecuencia para su contención. Dentro de este contexto, el desarrollo generado por nuestro grupo de investigación da una respuesta tangible para dicha demanda. brindando así, tecnología de vanguardia e insumos para la manufactura de test serológicos de calidad que serán empleados con los fines detallados anteriormente. Es importante destacar que, desde la óptica innovadora nuestro desarrollo resulta altamente pertinente puesto que en la actualidad no existe elaboración u desarrollo de test serológicos rápidos para COVID-19 en Argentina.

Grado de demanda

Este desarrollo nació directamente de una demanda existente. El mercado potencial en la Argentina para este tipo de test de diagnóstico es de varios millones. Aun suponiendo que parte del mercado seguirá siendo cubierto por empresas extranjeras, la posibilidad de ventas de un test de producción nacional de buena calidad resulta competitiva desde el punto de vista comercial, dado que los tiempos de respuesta y de cercanía con los clientes. Este potencial mercado de ventas y el

contexto comercial nos llevó a plantear el desarrollo tecnológico a las empresas Bamboo Biotech SAS y Alimentos Proteicos SA, quienes evaluaron la propuesta y aceptaron financiar el proyecto. Luego, durante el desarrollo del proyecto comenzamos a evaluar potenciales adoptantes de la tecnología, allí surgió la posibilidad de que el proyecto tenga como adoptante la cooperativa Farmacoop Lta y de este modo que el proyecto adquiriera una fuerte connotación desde la óptica social y productiva. Tras su incorporación al proyecto, la cooperativa farmacéutica comenzó con la adecuación de sus instalaciones para cumplir con los requerimientos regulatorios de ANMAT para la elaboración de productos de diagnóstico in-vitro. Por su parte Alimentos Proteicos SA financió y gestiona la compra del equipamiento e insumos requerido para la producción de los test, mientras que Bamboo Biotech SAS se encargó de financiar el desarrollo tecnológico. Desde el punto de vista del desarrollo, el mismo ya se encuentra finalizado y la transferencia del mismo ya fue realizada a Farmacoop Lta. Por ello, solo queda esperar el impacto y grado de éxito que la tecnología aquí generada pueda alcanzar. Finalmente, podemos mencionar este desarrollo ha sido declarado de interés Nacional por la Honorable Cámara de Diputados de la Nación ([ver video](#)).

Desarrollo del producto

Los sistemas de inmunocromatográfica se basan en la interacción dinámica entre uno antígenos inmovilizados en la superficie de un soporte sólido (papel de

nitrocelulosa) que interacciona con las inmunoglobulinas de la muestra presentes en la fase móvil (líquida) las cuales previamente interaccionan con anticuerpo (Ac) anti-especie conjugados a un colorante (Oro coloidal). Brevemente, cuando la muestra es colocada en el dispositivo las inmunoglobulinas (IgG o IgM humana) interaccionan con el Ac conjugado y las mismas son de esta forma etiquetadas o coloreadas. Luego, este complejo coloreado difunde por el soporte sólido (nitrocelulosa) hasta que encuentra la línea de antígeno inmovilizado, aquí sí en el complejo (Ac-IgG o Ac-IgM) se encuentran presentes anticuerpos que reconocen el antígeno Np entonces el complejo será retenido mostrando una línea de coloración rosada o roja (muestra positiva para COVID-19) caso contrario si el complejo no presenta anticuerpos anti-Np continuará difundiendo hasta encontrarse con la línea control. De esta forma, si la muestra no posee Ac contra COVID-19, se hará visible una línea coloreada mientras que, si hubiera Ac específicos, se harán visibles dos líneas coloreadas.

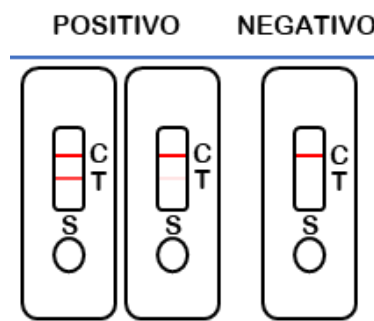


Figura 1: Resultados esperados de un sistema de detección de anticuerpos por lateral flow.

Figure 1: Expected results of a lateral flow antibody detection system.

Este desarrollo comenzó como una inquietud desde nuestra posición de investigadores por brindar algún tipo de respuesta sanitaria que le permitiese a nuestro país contar con herramientas que permitiesen enfrentar el inminente avance de la hacia nuestro continente y en particular en nuestro país. Por ello, comenzamos a principios de marzo a gestar la idea proyecto mediante un análisis de factibilidad técnica y comercial, a partir de ese momento elaboramos un plan de negocios y asumimos el riesgo del prototipado financiándonos con recursos propios. En primera instancia, como no se sabía demasiado de este nuevo corona virus y que proteínas podían ser las candidatas para desarrollar un test de diagnóstico, nos basamos en publicaciones científicas previas de SARS y MERS y en el estudio bioinformático de regiones inmunodominantes de proteínas candidatas del nuevo corona virus SARS-CoV2. A partir de estos estudios, se diseñaron dos genes sintéticos uno de ellos codificante para la expresión de la proteína candidata la proteína Np (la proteína que sirve de estructura para el ácido nucleico del virus) y una proteína quimera para formada por la proteína Np dominios de la proteína Sp (la proteína de las espículas del virus). Posteriormente, a mediados del mes Abril cuando los genes llegaron a nuestro laboratorio comenzamos con el clonado y la obtención de los clones productores de *E coli*. Rápidamente, realizamos la selección de los clones en micro-cultivos y evaluamos la expresión de las proteínas la cual resultado ser satisfactoria. Sin embargo, en este momento del desarrollo no teníamos idea si los antígenos que producía *E coli* podían ser funcionales, y para ello debíamos

augmentar de escala los cultivos y obtener la proteína de forma pura para evaluar su desempeño como antígeno. Entonces continuamos con el escalado, el cual fue particularmente complejo debido a que las estructuras de estas proteínas eran complejas y se mostraban inestable y poco solubles. Esta parte del desarrollo exigió de mucho tiempo y conocimiento previo de cultivos, que afortunadamente poseíamos dado que nuestro laboratorio se especializa en el estudio de procesos fermentativos y producción de proteínas recombinantes en diferentes sistemas de expresión. Por ello, en base a nuestro conocimiento previo pudimos sortear exitosamente este cuello de botella y hallar las condiciones de cultivo y expresión que permitieran obtener suficiente cantidad de proteína soluble como para continuar con los pasos siguientes del desarrollo. Una vez asegurada la producción de la proteína, se evaluó la funcionalidad de la misma mediante ensayos serológicos del tipo de ELISA, en este paso se buscó poder discriminar entre sueros positivos (de personas con PCR positiva) y negativos (los miembros del equipo de trabajo) y los resultados obtenidos de este análisis resultaron ser prometedores. Lo logrado hasta este momento, nos motivo a la búsqueda de recursos económicos para llevar el proyecto de la etapa prototipo a etapa de desarrollo. En primera instancia, intentamos obtener fondos mediante la presentación de los PICT COVID-19 ofrecidos por la (Agencia de Promoción Científica y Tecnológica) pero lamentablemente no logramos conseguir financiación estatal. No obstante, lejos de desmotivarnos y con la convicción de que el desarrollo era necesario para nuestra

sociedad, nos aventuramos en la búsqueda inversores privados quienes vieron en nuestro proyecto un buen potencial técnico y comercial.

Una vez obtenido el fondeo necesario para el desarrollo, nuestro siguiente paso fue avanzar con el desarrollo del sistema inmunocromatográfico en sí mismo. El cual consiste de una tira reactiva formada por 5 componentes, un papel adhesivo (soporte mecánico) sobre el cual se montan los demás componentes papel de nitrocelulosa (donde se desarrolla la cromatografía/reacción) un papel donde se recibe la muestra (sample pad), un papel donde se dispensan los Ac conjugados (conjugate pad) y finalmente en el extremo opuesto un papel absorbente que sirve para retirar el excedente de la fase móvil (líquido). De cada uno de estos “papeles” los hay con distintas propiedades que le brindan al ensayo mayor o menor sensibilidad y/o especificidad en esta etapa del desarrollo se seleccionó la combinación que diera mejores resultados.

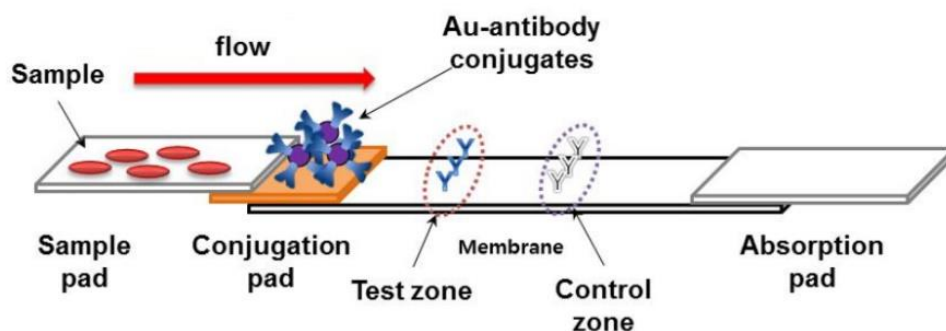


Figura 2. Esquema de la tira reactiva de la detección de anticuerpos por lateral flow
 Tomado de <https://www.creative-diagnostics.com/food-analysis/tag-lateral-flow-immunoassay-30.htm>

Figure 2 (previous page). Diagram of the reagent strip for the detection of antibodies by lateral flow. Taken from <https://www.creative-diagnostics.com/food-analysis/tag-lateral-flow-immunoassay-30.htm>

Una vez que se seleccionaron los componentes más adecuados para la detección de los Ac anti COVID-19, se procedió a la última etapa del desarrollo. Los Ac suelen tener pegado inespecífico sobre soportes sintéticos, esto conduce a que sueros negativos den resultados positivos (falsos positivos). A fin de evitar este fenómeno, la superficie de la nitrocelulosa debe tratarse con agentes bloqueantes como albúmina sérica bobina y/o caseína, los cuales son inertes a la reacción antígeno/anticuerpo. En la última etapa del desarrollo empleando un diseño estadístico de experimentos (DOE) se seleccionaron la concentración de ambas proteínas de forma tal de maximizar la sensibilidad del sistema (ausencia de falsos negativos) sin que se afecte la especificidad (presencia de falsos positivos). Mientras se optimizaban estas últimas condiciones del sistema, iniciamos dos subproyectos, los cuales resultaron ser muy beneficioso. Un de ellos consistió en el reemplazo de los cassettes plásticos donde se introduce la tira reactiva para su uso (originalmente de origen importado) por uno de origen nacional. Como resultado, una industria plástica de la zona del Gran Buenos Aires comenzó a producir un insumo exclusivo para en kit de diagnóstico.

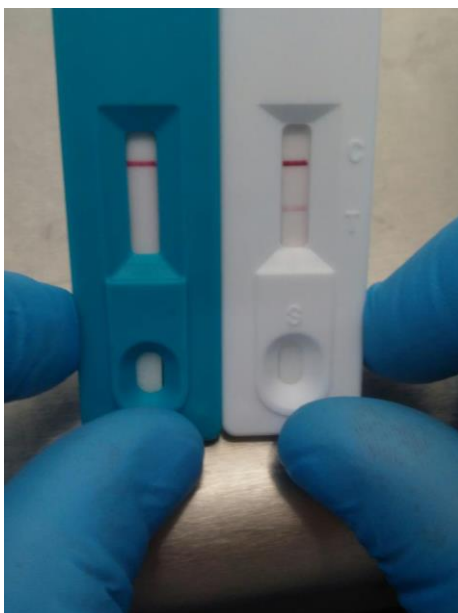


Figura 3. Cassettes de plástico desarrollados por una empresa local para nuestro producto. Se realizaron en dos colores para diferenciar el kit para la detección de IgG del de IgM.

Figure 3. Plastic cassettes developed by a local company for our product. They were made in two colors to differentiate the kit for the detection of IgG from that of IgM.

Finalmente, también con el fin de reemplazar un insumo importado por uno nacional, nos pusimos en contacto con un grupo del INIFTA (CONICET – UNLP) a fin de que nos desarrollaran nanopartículas de oro empleadas en el conjugado de los Ac. Luego de distintas pruebas, pudimos comprobar que las nanopartículas de diseño local resultaron de mejor calidad que las importadas por lo que fueron incorporadas al desarrollo luego de realizar un convenio con el INIFTA para que ellos las produzcan.

En resumen, como respuesta a una necesidad concreta del País frente a la pandemia, desde un centro de investigación de CONICET y la UNLP y en un lapso de

seis meses, se realizó un desarrollo tecnológico, mediante una asociación pública privada, comenzando desde una idea para culminar en el registro de un producto ante ANMAT, su producción y su venta.

Información sobre el patentamiento/registro de la innovación o desarrollo

La tecnología desarrollada durante el proyecto no es patentable ya que se basa en sistemas ya conocidos cuyas patentes (las del lateral flow en particular) caducaron hace ya varios años.

Financiamiento

Más allá de los gastos de funcionamiento del CINDEFI y los salarios de los investigadores involucrados, el desarrollo no contó con financiamiento estatal, habiendo sido cubierto el desarrollo y compra de equipamiento por la empresa Bamboo Biotech SAS y Alimentos Proteicos SRL.

Agradecimientos

Agradecemos a nuestros inversores Bamboo Biotech SAS y Alimentos Proteicos SA quienes depositaron su confianza en nosotros y en nuestras capacidades. Queremos agradecer también a todos aquellos, grupos de investigaciones dentro y

fuera del CINDEFI y centros de salud que de una forma desinteresada nos brindaron su apoyo durante la realización de este proyecto.

Referencias bibliográficas

Jhong-LinWu, Wen-PinTseng, Chien-HaoLin, Tai-FenLee, Ming-YiChung, Chien-HuaHuang, Shey-Ying Chen, Po-RenHsueh, Shyr-ChyrChen. (2020). Four point-of-care lateral flow immunoassays for diagnosis of COVID-19 and for assessing dynamics of antibody responses to SARS-CoV-2. *Journal of Infection*, 81 (3), 435-442.

<https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.06.023>

Fortalecimiento de las capacidades de diagnóstico e investigación del Laboratorio de Salud Pública de la Facultad de Ciencias Exactas (UNLP), integrado a la red de diagnóstico de SARS-CoV-2 de la Provincia de Buenos Aires

*Guillermo H Docena**, Grupo COVID Exactas¹

*Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata**; E-mail:

guillermo.docena@gmail.com

¹Al final del resumen se presenta la lista de participantes del grupo y las Unidades Ejecutoras involucradas.

Resumen. Desde que se informó el primer caso de enfermedad por COVID-19 en China, en diciembre de 2019, y se declaró la crisis sanitaria y luego la pandemia, los sistemas de Salud debieron adaptar sus estructuras para realizar diagnóstico, vigilancia, monitoreo de la respuesta inmune y evaluación de la protección inmune post-infección o post-vacunación. En este escenario el Grupo COVID Exactas, a través del Laboratorio de Salud Pública, de la Secretaría de Extensión de la Facultad de Ciencias Exactas, montó un laboratorio de diagnóstico para realizar la detección del RNA viral en muestras de pacientes mediante su amplificación RT-qPCR. Para paliar la falta de disponibilidad de reactivos y simplificar la extracción del RNA se encaró el desarrollo de un sistema basado en nanopartículas magnéticas recubiertas de sílice, que no requieren el uso de centrifuga. Al mismo tiempo, el grupo Serología comenzó a monitorear anticuerpos séricos IgG específicos, mientras que el grupo Investigación comenzó a desarrollar inmunoensayos para detección de IgG/IgM/IgA específicos y caracterización de espectros infrarrojo y fluorescente en muestras de orina. En este contexto de gravedad sanitaria la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y el Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires (PBA) firmaron un convenio de cooperación y trabajaron en la adecuación de laboratorios, coordinación de distribución de muestras, provisión de reactivos e insumos y diseño de estrategias conjuntas de vigilancia para aportar soluciones al sistema de salud en el contexto de pandemia. Asimismo, el interés del Gobierno de la PBA por los desarrollos de los institutos de la UNLP y de doble dependencia UNLP-CONICET, dio lugar a otro convenio tripartito con finalidades específicas.

Palabras Clave: SARS-CoV-2, COVID-19, diagnóstico RT-qPCR, ELISA, espectroscopía, RNA, antígenos, anticuerpos.

Recibido: 01/11/2020 Aceptado: 04/11/2020

DOI: <https://doi.org/10.24215/26838559e017>

Fostering SARS-CoV-2 diagnosis and research capacity at the Public Health Laboratory in the School of Sciences of the University of La Plata

Abstract. *After the first COVID-19 case was reported in China in December 2019, leading to a sanitary crisis and later expanded to a pandemic, Public Health Systems were forced to adapt their facilities and capabilities to face, among other actions, the need for massive diagnostics, surveillance, monitoring immune response and assess protection post-infection and, eventually, after vaccination. In this scenario, many researchers, professionals, recent graduates and students at the School of Sciences (Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata) assembled a multidisciplinary team called "Grupo COVID Exactas". This group helped to set up a facility to perform routine RT-qPCR-based detection of viral RNA in clinical samples at the Laboratory of Public Health of the Secretary of Extension of the Faculty (Secretaría de Extensión de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata).*

To cope with the shortage of reagents worldwide and to simplify RNA isolation, a silica-coated magnetic bead-based system was developed locally to avoid centrifugation steps. At the same time, the serology group initiated specific IgG screening tests, and the research team addressed the development of immunoassays to detect SARS-CoV-2-specific IgG/IgM/IgA. Also, urine infrared and fluorescence spectra are being explored for their potential to find differential patterns associated with the disease. The seriousness of the public health problem led the signature of a cooperation agreement between the UNLP and the Ministry of Health of the Province of Buenos Aires (Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires) to update the laboratory setups, to coordinate distribution of clinical samples and laboratory and to provide with PPE supplies. It also includes the design and implementation of screening and surveillance strategies addressing issues

associated with pandemics. In addition, the interest of the Government of the PBA in the specific local development of technologies and reagents at the University is the focus of another recently signed tripartite agreement that includes R&D institutes of the UNLP also associated with CONICET (Argentinean National Research Council).

Key Words: SARS-CoV-2, COVID-19, RT-qPCR diagnosis, ELISA, spectroscopy, RNA, antigens, antibodies.

Grupo COVID Exactas

Participan del Grupo COVID Exactas miembros de diferentes unidades ejecutoras de la Facultad de Ciencias Exactas y otros voluntarios:

- IIFP (Instituto de Estudios Inmunológicos y Fisiopatológicos, UNLP-CONICET-CIC)
- IBBM (Instituto de Biotecnología y Biología Molecular, UNLP-CONICET)
- CINDEFI (Centro de Investigación y Desarrollo en Fermentaciones Industriales, UNLP-CONICET)
- CREG (Centro Regional de Estudios Genómicos, UNLP)
- INIFTA (Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas, UNLP-CONICET)
- IFLP (Instituto de Física de La Plata, UNLP-CONICET)
- LSP (Laboratorio de Salud Pública, UNLP)

Integrantes del Grupo COVID Exactas (por orden alfabético de apellidos):

Leslie Amorós	Emanuel Barbiera Romero	Fabiana Cabrera
Andres Angeletti	Cecilia Bergna	Natalia Capriotti
Monserrat Arciénaga	Julieta Bernengo	Paula Carassi
Paula Arrías	Alejandra Bosch	Mariela Carrica

Francisco Carriquiriborde	Micaela Iturralde	Federico Rasse Suriani
Andrés Cordero	Luciana Juncal,	Mauricio Reynoso
Agustina Corti	Yanina Lamberti	Gastón Rizzo
Andrea Crivaro	Gabriel Lavorato	María E Rodríguez
Renata Curciarello	Rolando Cristian Lillo	Claudia Rodríguez Torres
Martina Debandi	M. Florencia López	David Romanín
Laura Delaplace	Luciano Malaissi	Víctor Romanowski
Elisa de Sousa,	Ivana Ivanoff Marinoff	Martín Rumbo
Carolina Díaz	Elena Marson	Patricia L. Schilardi
Guillermo H Docena	Flavia Massini	Lorena Tau
Maia Elizagaray	Candela Masson	Carina Tersigni
M. Leticia Ferrelli	Pedro Mendoza Zélis	Rosana Toro
Cecilia Figoli	Juan Burgos Mignone	Soledad Traubenik
Ulises Fleitas	María Laura Molina	Lucila Traverso
Malena Ferreyra	Maria Victoria Nadalich	Julián Vaccaro
Mariano Fonticelli	Sheila Ons	Hugo Valdez
Fernando García Einschlag	Maximiliano Orezza	Florencia Ventura
Solange Giordano	Lisandro Petraglia	Carolina Vericat
Daniela Hozbor	Matías Pidre	Mariano Volonté
María Ana Huergo	Jimena Corbalán Quintana	

- El Grupo COVID Exactas articula sus actividades con las Brigadas Sanitarias “Ramona Medina” (Secretaría de Extensión, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP)

Novedad u originalidad local en el conocimiento

Con el conocimiento desde diciembre 2019 de los primeros casos de individuos infectados con un virus que produce una infección pulmonar (Wang, 2020), la identificación del virus emergente (Wuhan-Hu-1, GenBank: MN908947.1) y la posterior declaración de emergencia sanitaria y pandemia (22 de enero 2020 y 11 de marzo, respectivamente), la amenaza sanitaria se transformó en un desafío inédito para los sistemas sanitarios, económicos y socio-culturales de todos los países del planeta. Ante esta situación de crisis, distintos sectores de la comunidad han acometido un esfuerzo mancomunado para hacer frente a esta situación sanitaria inédita. En ese contexto colaborativo, en la Facultad de Ciencias Exactas se conformó el **Grupo COVID Exactas** a partir de distintos investigadores de diferentes Institutos y laboratorios de investigación para conformar un grupo de trabajo con dos objetivos:

1. Desarrollar metodologías para realizar diagnóstico, seguimiento o vigilancia
2. Apoyar al Laboratorio de Salud Pública (LSP), de la Secretaría de Extensión de la Facultad de Ciencias Exactas (FCE) en la implementación de la metodología existente y la desarrollada (Figura 1).



Figura 1. Esquema de trabajo del Grupo COVID Exactas para el fortalecimiento de la capacidad analítica del LSP.

Figure 1. Work scheme of the COVID Exactas Group for the strengthening of the analytical capacity of the LSP.

El 18 de marzo del 2020, el Presidente de la UNLP, Dr. Fernando Tauber, puso a disposición del Ministro de Salud de la Provincia de Buenos Aires las capacidades existentes en las distintas Facultades, para el eventual procesamiento de muestras humanas y diagnóstico de la infección por SARS-CoV-2. Así se conformó el Nodo de Diagnóstico de COVID-19 de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) con las Facultades de Ciencias Médicas, Ciencias Veterinarias y Ciencias Exactas y se firmó un convenio con el Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires para incorporarlo a la Red Nacional de Laboratorios de Influenza y otros virus

respiratorios. En este contexto, el Grupo COVID Exactas fue fundamental para proveer equipamiento y personal al LSP y, de esta manera, darle funcionalidad al laboratorio en el marco de la pandemia y de la respuesta que la UNLP estaba proponiendo a la comunidad y, en particular, a la región. Además, este grupo se abocó a la tarea de desarrollar métodos de detección de proteínas virales y anticuerpos específicos anti-SARS-CoV-2 para complementar las tareas de diagnóstico, seguimiento y vigilancia del LSP. Más adelante se inició la producción de nanopartículas magnéticas con el fin de desarrollar un método de extracción de RNA viral para facilitar la primera etapa del procesamiento de las muestras clínicas aportando un insumo de fabricación local de menor costo.

Grado de relevancia

El diagnóstico y la vigilancia epidemiológica constituyen aspectos fundamentales en el conocimiento de la enfermedad a medida que se desarrolla la historia natural de la infección por SARS-CoV-2. Además, constituyen herramientas esenciales para monitorear la circulación viral tanto en la actual situación como una vez que se implementen los planes de vacunación y en el período post-pandemia. Las metodologías aplicadas y desarrolladas en el LSP y en el Grupo COVID Exactas son herramientas importantes para cumplir con estos objetivos. Asimismo, el trabajo en conjunto con el Ministerio de Salud de la PBA, avalado por el Ministerio de la Producción de la Provincia de Buenos Aires, constituye un eje fundamental del

proyecto para coordinar tareas de monitoreo en forma conjunta, proveer información del estado inmune de pacientes infectados (donación de plasma de convalecientes) y definir medidas epidemiológicas sanitarias en el territorio provincial. De esta manera, la integración de la UNLP con instituciones gubernamentales y la comunidad constituye un pilar fundamental para intervenir en la resolución de esta problemática social/sanitaria existente. Para el desarrollo de esta propuesta se logró la conjunción de diferentes aportes de instituciones públicas y privadas, y al mismo tiempo se conformó en la FCE un grupo multidisciplinario de características singulares. El Grupo COVID Exactas fue fundamental para que el LSP iniciara sus actividades de diagnóstico, y actualmente ha generado un equipo de trabajo abocado a estudios serológicos con el fin de obtener información que complementa el diagnóstico, que permite definir la circulación viral y el estado inmune de individuos diagnosticados y no diagnosticados tanto de la población general y como del personal de Salud de establecimientos hospitalarios.

Grado de pertinencia

El Grupo COVID Exactas nuclea a virologos, biotecnólogos, microbiólogos, inmunólogos, físicos y matemáticos, mientras que el Laboratorio de Salud Pública (LSP), desde el año de su creación en la Facultad de Ciencias Exactas (2009), reúne a profesionales bioquímicos que han trabajado en el procesamiento y diagnóstico de

muestras de la pandemia H1N1 y luego continuó trabajando en el Programa de HIV de la UNLP. De esta manera, el conjunto de profesionales del LSP, en el contexto del Grupo COVID Exactas, conjuga experiencias y capacidades de un número muy importante de docentes-investigadores, estudiantes y personal de apoyo de modo de potenciar un trabajo multidisciplinario frente a la emergencia sanitaria actual. Se espera que este trabajo conjunto entre profesionales bioquímicos e investigadores refuerce la capacidad de diagnóstico, seguimiento y vigilancia de la COVID-19 durante la pandemia, y en las etapas posteriores a la misma. La consolidación de esta actividad conjunta será fundamental para mantener la vigilancia territorial junto al control de la enfermedad, y para el control poblacional en la etapa post-vacunación. En este contexto, la integración de la Universidad Nacional de La Plata, en este caso a través de la Facultad de Ciencias Exactas, con el Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires y el Ministerio de Producción de la Provincia de Buenos Aires, constituye un hito fundamental para contribuir a la resolución de problemas sociales y sanitarios regionales.

Grado de demanda

La pandemia desde sus inicios ha generado una intensa demanda de diagnóstico específico, que actualmente se desarrolla en el LSP. Al comienzo, el principal requerimiento fue montar el laboratorio diagnóstico y la aplicación de la técnica de RT-qPCR para detectar genes virales en muestras de hisopados de vías respiratorias

provenientes de individuos sospechosos de estar infectados. Sin embargo, a medida que la pandemia fue avanzando, surgió una creciente necesidad de estudiar la presencia de anticuerpos (serología) sobre muestras de sangre. Además de la identificación de individuos infectados, la serología actualmente es esencial para conocer la circulación viral, la seroconversión de pacientes COVID-19 positivos, la identificación de individuos que han sido asintomáticos o no diagnosticados y que han estado expuestos al SARS-CoV-2 (complemento del diagnóstico), y finalmente la evaluación de la seroconversión en pacientes que, luego de haber curado de la infección, están en condiciones de ser donantes de plasma. En etapas posteriores, una demanda adicional indudablemente será la del monitoreo poblacional de anticuerpos específicos post-vacunación, como marcador de una respuesta inmune específica, y de perduración de la protección inmune en el tiempo. En todos estos aspectos el trabajo permanente con diferentes autoridades del Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires ha resultado esencial para planificar y coordinar distinto tipo de acciones en los ejes diagnóstico y vigilancia. En este escenario desde el LSP se han generado acciones tendientes a cubrir estos aspectos, y al mismo tiempo, desde el Grupo COVID Exactas, se ha generado un grupo de trabajo abocado al desarrollo de métodos inmunoenzimáticos para la detección de antígenos virales o anticuerpos específicos.

Al mismo tiempo, algunos miembros del Grupo COVID Exactas son parte de los grupos de asesores del Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires,

Ministerio de Salud de Nación, Gobernación de la Provincia de Buenos Aires y del Comité Técnico para el Diagnóstico de SARS-CoV-2 de la UNLP. La intervención de miembros del LSP y del Grupo COVID en medios de difusión también ha sido un aporte relevante (diarios, programas de televisión, comunicados desde las distintas Sociedades Científicas, asociaciones profesionales, webinars y otros medios de difusión).

Desarrollo de metodologías analíticas para diagnóstico, seguimiento y vigilancia epidemiológica

A través de esta estrategia de fortalecimiento de las capacidades operativas del Laboratorio de Salud Pública de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata, el Grupo COVID Exactas está desarrollando distintos métodos para la detección de antígenos virales (proteína N o polipéptido RBD de *Receptor Binding Domain* que corresponde a la porción de la proteína S que se une al receptor ACE2), anticuerpos séricos específicos (IgG, IgM e IgA específicos de N o RBD) y metabolitos en orina. Estas diferentes metodologías pueden ser empleadas con distintos fines: complementar el diagnóstico, realizar vigilancia en barrios y en Personal de Salud de establecimientos hospitalarios, el monitoreo de la respuesta inmune y progreso de la enfermedad en pacientes internados COVID positivos, y para el control de protección inmune en individuos convalecientes o luego de vacunados. Actualmente, se está empleando el kit COVIDAR, provisto por el

Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires, para detectar anticuerpos IgG específicos de la proteína S y RBD y se han analizado hasta el momento aproximadamente 2800 muestras (Personal de Salud, vigilancia y pacientes internados COVID positivos) (Tabla 1).

Tabla 1. Muestras analizadas a octubre de 2020. Serología por COVIDAR, RT-qPCR y espectroscopía de fluorescencia e infrarrojo de muestras de orina.

Table 1. Samples analyzed as of October 2020. Serology by COVIDAR, RT-qPCR and fluorescence and infrared spectroscopy of urine samples.

Determinación	Positivos (n)	% positivos	Negativos (n)
SEROLOGIA-Salud	90	10,4	91
SEROLOGIA-Hospitales	175	48,1	189
SEROLOGIA-Vigilancia	86	14,7	499
RT-qPCR/Hisopados	7400	38,9	11600
Espectroscopía/Orinas	170 muestras en estudio		

Salud corresponde a personal de Salud de hospitales y UPA; *Hospitales* corresponde a pacientes internados COVID positivos; *Vigilancia* corresponde a individuos de barrios de La Plata y Gran La Plata; *Orinas* corresponde a muestras de pacientes COVID positivos internados; *RT-qPCR/Hisopados*: corresponde a muestras de individuos con sospecha clínica de COVID-19.

El diagnóstico de la COVID-19 se realiza en el LSP a través de la metodología de referencia RT-qPCR empleando kits comerciales e insumos provistos por el Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires y la Universidad Nacional de La

Plata. Hasta el momento se han analizado más de 19.000 muestras provenientes de distintas regiones sanitarias de la Provincia de Buenos Aires. Para apoyar la actividad cotidiana del LSP y de otros laboratorios de la PBA, se articuló el conocimiento y la capacidad de grupos de trabajo en física (IFLP), fisicoquímica (INIFTA) y biología molecular (IBBM y CREG) para montar un método de extracción de RNA viral basado en el aprovechamiento de nanopartículas magnéticas. Este método evita el uso de centrifugas, simplificando el procedimiento. Por otra parte, el desarrollo de un método de detección de antígenos virales permitirá contar con una metodología complementaria de diagnóstico, basada en la interacción antígeno-anticuerpo a partir de diferentes muestras biológicas. Esta metodología llevada a un formato *point-of-care* (POC, al lado del paciente) permitirá hacer relevamiento diagnóstico a campo y se complementará con el método de biología molecular de referencia, o la técnica de amplificación isotérmica. Asimismo, se evaluará la aplicación de esta metodología para la detección de antígenos virales en muestras ambientales (Tabla). Asimismo, el LSP ha participado en ensayos de validación de distintos métodos (Neokit, Chemtest, ensayos de detección rápida de antígenos, etc.).

Por otro lado, los métodos inmunoenzimáticos que permiten detectar la presencia de anticuerpos específicos en sangre periférica complementan el diagnóstico de la patología principalmente en pacientes no hisopados, con resultados falsos negativos y que hayan tenido una clínica compatible, o en individuos asintomáticos.

Estas determinaciones permiten obtener información sobre la circulación viral, la duración de la inmunidad adquirida post-infección, si se trata de pacientes en los que no se produjo seroconversión durante la infección natural, considerar la posibilidad de re-infección en pacientes sin seroconversión, la identificación de individuos que fueron COVID positivos y estarían en condiciones de donar plasma, y la generación de inmunidad protectora post-vacunación, como así también su persistencia en el tiempo.

En la vigilancia epidemiológica se están aplicando estos métodos (*kit COVIDAR*) para el monitoreo de la seroconversión en barrios de La Plata y Gran La Plata (Barrios José Luis Cabezas y Villa Argüello) en un trabajo en conjunto con la Secretaría de Extensión de la Facultad de Ciencias Exactas a través del trabajo de campo de las Brigadas Sanitarias Ramona Medina, Región Sanitaria XI y los Municipios de Ensenada y Berisso. Por otro lado, se está realizando el monitoreo de personal de Salud de diferentes hospitales y lugares de atención primaria (Hospital Italiano de La Plata, Hospital de Lezama, distintas UPA). La identificación de población infectada, con y sin activación del sistema inmune se complementa con el trabajo de monitoreo del Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires. Es importante monitorear a los pacientes internados durante la evolución de la enfermedad e identificar a aquellos en los que se verifica una seroconversión, caracterizar los niveles de anticuerpos en función de la severidad de la patología o de los tratamientos recibido. Asimismo, se apunta a seguir los niveles de anticuerpos en

aqueños pacientes que recibieron plasma de convalecientes, y finalmente, los niveles de anticuerpos al momento del alta hospitalaria. En pacientes enfermos e internados es importante este dato para complementar el cuadro clínico y establecer correlaciones entre la evolución de su carga viral, la clínica y el progreso de su estado inmune (Tabla).

Además, los grupos de espectroscopía de fluorescencia del INIFTA y de espectroscopía infrarroja del CINDEFI están trabajando en la detección espectroscópica en muestras de orina de determinados metabolitos como indicadores de pronóstico de la enfermedad o de evolución clínica de la misma. Las muestras que se están estudiando actualmente provienen de la población general, de barrios populares, y de pacientes hospitalizados. Los espectros tanto de fluorescencia como infrarrojo proporcionan una "huella digital molecular" que representa la composición bioquímica y estructural de las muestras de orina. Dada la gran cantidad de información contenida en las señales registradas, las bandas/picos presentes en cada espectro se analizan mediante la aplicación de métodos quimiométricos, empleando diversas técnicas estadísticas y/o de matemáticas avanzadas. Hasta el momento se han obtenido 170 muestras de orina y se han registrado sus respectivos espectros infrarrojos y de fluorescencia. A partir del reconocimiento de los perfiles de estos espectros se buscará extraer información de relevancia que nos permitiría monitorear la evolución de la infección. A través de estos estudios se pretende también correlacionar los cambios

espectrales con parámetros serológicos y con los indicadores, tanto clínicos como bioquímicos, de progreso de la enfermedad.

En conclusión, a partir de una necesidad regional en el contexto de la crisis sanitaria determinada por la pandemia de COVID-19, la Facultad de Ciencias Exactas articuló en forma inédita y en muy corto tiempo la conformación de un grupo multidisciplinario, el Grupo COVID Exactas, que definió y montó el Laboratorio de Virología en el Laboratorio de Salud Pública, para luego articular con la Universidad Nacional de La Plata y el Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires, su incorporación a la Red Nacional de Diagnóstico de COVID-19. Al mismo tiempo se generó un proyecto para desarrollar metodologías que fortalezcan al LSP en diagnóstico, seguimiento de la respuesta inmune, y monitoreo y pronóstico de la enfermedad. Esta conjunción de actividades no sólo significa un aporte durante la pandemia, sino que será esencial en momentos post-pandemia para vigilancia poblacional y testeo de la inmunidad adquirida en individuos vacunados.

Información sobre el patentamiento/registro de la innovación o desarrollo

Si bien se va a desarrollar tecnología con potencialidad de protección intelectual, este aspecto aún no ha sido implementado.

Financiamiento

Se ha recibido financiación para el desarrollo del presente proyecto de la Universidad Nacional de La Plata, de la Facultad de Ciencias Exactas y del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Proyecto BsAs 47 COVID). Asimismo, se han recibido donaciones de la Fundación Bioquímica Argentina. Uno de los productos en desarrollo ha sido motivo de un convenio tripartito entre la PBA, la UNLP y el CONICET.

Agradecimientos

Agradecemos a las siguientes instituciones por el apoyo recibido: Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Exactas, Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires, Ministerio de Producción de la Provincia de Buenos Aires, Fundación Bioquímica Argentina, Colegio de Bioquímicos de la Provincia de Buenos Aires y Centro Científico Tecnológico CONICET de La Plata. Un agradecimiento especial a los pacientes que firmaron los consentimientos informados para ceder sus muestras a este proyecto y a todos los médicos (entre ellos el Dr Jorge Milone del Hospital Italiano de La Plata, Dra Cecilia Bergna del Hospital San Juan de Dios de La Plata y Dra Karina Aguilera del Sanatorio IPENSA), bioquímicas (Bioq. María E. Braviz López del Hospital San Juan de Dios de La Plata y Bioq. Victoria Maydana del Sanatorio IPENSA) y demás personal de Salud que de una u otra manera colaboran en este proyecto.

Referencias bibliográficas

Wang, D., Hu, B., Hu, C., Zhu, F., Liu, X., Zhang, J., Wang, B., Xiang, H., Cheng, Z., Xiong, Y., Zhao, Y., Li, Y., Wang, X., & Peng, Z. (2020). Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA*, 323(11), 1061–1069. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.1585>

Wuhan seafood market pneumonia virus isolate Wuhan-Hu-1, complete genome. GenBank: MN908947.1 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/MN908947.2>

Desarrollo de productos sanitarios de protección personal y de uso en laboratorio de análisis con prototipado rápido

Ma. Fernanda Rodríguez^{1,2}; Marcos D. Actis¹; Alejandro J. Patanella¹

¹ Centro Tecnológico Aeroespacial – Facultad de ingeniería – Universidad Nacional de La Plata; ²

fernanda.rodriguez@alu.ing.unlp.edu.ar

Resumen. *La pandemia de COVID-19 que nos encontramos atravesando se ha presentado como un desafío para la humanidad. El desconocimiento de la enfermedad provocada por el virus SARS-CoV-2 y el resultante colapso de los sistemas de salud de cada país comenzaron a espejar las decisiones políticas de subestimar al virus (o de privilegiar la frenética inercia del sistema que creíamos era lo único que conocíamos). La anticipación política argentina de enfrentar la pandemia con una cuarentena (distanciamiento social obligatorio) dejó en claro que la prevención excedía la demanda del sector de salud pero permitió reformular los sistemas de acción, así la sociedad, las instituciones y entidades de ciencia y tecnología, como el Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA), encontraron un punto de confluencia para resolver las diferentes demandas a través de redes de procesos colaborativos, como los casos que describiremos de insumos de laboratorio, para análisis de tests e hisopados de COVID-19, y de elementos de bioseguridad, que responden al Protocolo de Equipamiento de Protección Personal recomendado por la Organización Mundial de la Salud/ elevado por el Ministerio de Salud de la Nación, para trabajadores esenciales. Los desarrollos fueron abordados bajo la perspectiva de diseño abierto, gestando un FabLab, dentro del CTA, de tecnología de fabricación por métodos aditivos (FDM).*

Palabras clave: **diseño código abierto; FAB-LAB; prototipado rápido; COVID-19; protocolo EPP; test hisopados; sistema; globalidad; desarrollo local**

Recibido: 02/10/2020 Aceptado: 08/10/2020

DOI: <https://doi.org/10.24215/26838559e018>

Development of medical devices for personal protection and for use in analysis laboratories with rapid prototyping

Abstract. *The COVID-19 pandemic that we are experiencing has been presented as a challenge for humanity. The ignorance of the disease caused by the SARS-CoV-2 virus and the resulting collapse of the health systems of each country began to mirror political decisions to underestimate the virus (or to privilege the inertia of the system that we believed was the only thing that we knew). Argentina's political anticipation of facing the pandemic with a quarantine (mandatory social distancing) made it clear that prevention exceeded the demand of the health sector but allowed the reformulation of action systems, as well as society, institutions and science and technology entities, such as the Aerospace Technology Center (CTA), they found a point of convergence to solve the different demands through collaborative process networks, such as the cases that we will describe of laboratory supplies, for analysis of COVID-19 tests and of bio-security elements, which respond to the Protocol for Personal Protective Equipment recommended by the World Health Organization / raised by the Ministry of Health of the Nation, for essential workers. The developments were approached from the perspective of open design, creating a FabLab, within the CTA, of manufacturing technology by additive methods (FDM).*

Keywords: open source design; FAB-LAB; rapid prototyping; COVID-19; EPP protocol; swab test; system; globality; local development

Novedad u originalidad local en el conocimiento

El principal desafío supuso repensar el sistema global productivo, para productos de Protocolos de Protección Personal (EPP)¹ e insumos de laboratorio que se vieron

¹ Protocolo de Protección Personal (EPP) – Productos y métodos de utilización de los mismos para protegerse de riesgos laborales dentro de actividades nombradas. Dictaminados por la OIT (Organización Internacional del Trabajo) y la OMS (Organización Mundial de la Salud), contemplados en Argentina bajo la Ley N° 19.587, aplicación provista por la Resolución N° 896/99 y la N° 299/2011.

altamente requeridos y el distanciamiento social obligatorio ralentizaba las vías de comercialización. Se requería un nuevo sistema productivo de asistencia en el marco de la cuarentena, así las herramientas, procesos y formatos de fabricación digital se transformaron en el eje de acción.

El voluntariado (profesionales e impresores 3D autoconvocados –*Makers*²) sumado al redireccionamiento de actividades y recursos de las instituciones, que presentaban la misma inquietud solidaria, confluyeron en una red de Diseño Colaborativo Abierto³, donde los usuarios finales (personal sanitario y de laboratorio) se transformaron en participantes activos del proceso de diseño.

De pronto, la misma globalidad que había esparcido al virus SarsCoV-2, se presentaba como la vía de acción para contrarrestarlo, los diseños de código abierto comenzaban a desparramarse por los países afectados a través de la web, permitiendo anticiparnos al sistema de las pruebas y errores que estos objetos

² Movimiento de “hacedores”, desprendido de la corriente DIY (*do it yourself*), donde las herramientas productivas se resumen en maquinaria asequible, de orden técnico hobbista o semi-industrial, que les permite a las personas (sin ser dueñas de una industria) desde sus hogares acceder al prototipado rápido mediante fabricación digital, es decir modelados CAD derivando en aplicación CNC, impresión 3D, corte láser, etc.

³ Diseño abierto, conocido también como *Open Design*, diseñando en clave *Open Source – código abierto*, paradigma que propone la liberación de la propiedad intelectual de una obra para que ésta puede ser cedida para su evolución (reproducir y/o modificada abiertamente), no implica libre de autoría, sino de acceso libre.

presentaban pudiendo incorporar al personal sanitario y laboratorial dentro de la retroalimentación de requerimientos y usabilidad específicos a su contexto.

Grado de relevancia

El eje principal fue la gestión de la cadena productiva dentro del sistema de cuarentena. Con el objetivo central de generar Diseño Abierto de incidencia global, de rápida diseminación que movilice a su escalabilidad por producciones individuales en sumatoria, pudiendo replicarse en cualquier región. Para ello, la perspectiva colaborativa entre sociedad civil e instituciones fue clave en la estrategia.

Para productos EPP la articulación se gestó entre la Escuela de Aeromodelismo La Plata (EALP), el Laboratorio de Software Libre para Arte y Diseño (SLAD-FA-UNLP), el Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA-UNLP) y la Comunidad Makers La Plata, con retroalimentación del personal sanitario. Esta estrategia de vinculación en medio del sistema de cuarentena, que afectaba principalmente a los impresores voluntarios, se definió ejecutando el convenio marco entre la EALP y la UNLP para aumentar recursos y organizar la logística, es decir recolección de las impresiones y entrega de material para producción entre participantes, infraestructura para el acopio, clasificación, desinfección y entrega al personal sanitario. En paralelo con la organización, el objetivo diseño fue la adecuación ergonómica e inclusiva de los

usuarios (contemplando el amplio espectro de percentiles antropométricos) y la revisión de cumplimiento de normas ISO, UNE, CEE, para bio-seguridad.

Para el desarrollo de insumos de laboratorio se respondió con diseño retroactivo entre personal del Laboratorio VacSal IBBM-FCE UNLP y el CTA. Para este caso la articulación entre las maquinarias disponibles del CTA y del GEMA (Grupo de Ensayos Mecánicos Aplicados), conformando un FabLab (granja de impresoras 3D por método aditivo - FDM) orientado a la pandemia.

El objetivo de rediseño de soportes para análisis de muestras en función de los recientes desarrollos de kit de testeos donde la configuración metodológica del proceso de análisis en *pooles*⁴ requería redimensionar la escala de uso.

Grado de pertinencia

El concepto de diseño abierto global y respuesta de aplicación local es esencial para comprender la ejecución productiva en contexto de cuarentena y aislamiento preventivo, las herramientas digitales de la mano de profesionales (autoconvocados y pertenecientes a las distintas UIDETs pertenecientes al CTA) hicieron posible la co-creación de productos reversionados, basados en modelos de libre acceso, y

⁴ Sistema de análisis por muestreo agrupado, estrategia desarrollada conjuntamente por el equipo del laboratorio VacSal-UNLP (dirigido la Dra. Hozbor) y el equipo de FCEN-UBA (Dres Etchenique y Pecci). El sistema permite utilizar los kits de detección del virus que emplea el Anlis-Malbrán mediante RT-PCR, abordando muestreo masivo reduciendo costos y tiempo.

adecuados a los requisitos específicos de bio-seguridad. Permitiendo que cada impresor 3D voluntario pudiera, desde su casa, contribuir con la producción local, evento al cual se suman los FabLabs de las UIDETS.

Para todos los casos de diseño abierto la conjugación de las herramientas de producción y los requerimientos específicos de uso para mitigar los efectos del COVID-19 se definieron entre inputs de diseño (metodología centrada en el usuario y bioseguridad) y restricciones del FabLab (cantidad de impresoras 3D FDM que definen la granja, dimensiones de las mesas de impresión, y la organización de producción).

El trabajo fue organizado desde la virtualidad, a través de equipos con roles específicos (de diseño, de asistencia técnica para impresoras 3D, de gestión, logística, compras, entre otras), para los productos EPP, partiendo desde repositorios *open source*, rediseñando en función del contexto, para los insumos de laboratorio generando diseño abierto desde su base, y para ambos casos, empleando materia prima nacional (filamento principalmente PLA y flejes de acetato, PETt u otros).

Finalmente, la gestión, desde la comitiva *Makers + EALP* como la gestión institucional UNLP + CTA, actuó como canalizador de las producciones individuales, conjugándolas en un sistema de logística de integración.

Grado de demanda

La declaración de emergencia sanitaria (DECNU-2020-260-APN-PTE) estableció el distanciamiento social obligatorio siguiendo las recomendaciones de la OMS. La medida de cuarentena se yuxtapuso con la elevación de protocolo interinstitucional de los centros de salud, donde el Protocolo de Equipo Personal de Protección (EPP) ascendió a categoría AIII⁵, derivado de las medidas llevadas adelante por el Ministerio de Salud (RESOL-2020-568-APN-MS). Aquello elevó la demanda del equipo completo de nivel facial para todos los niveles de atención médica, equipo compuesto por antiparras selladas, tapa bocas Niosh 95 (o similares tricapa) y pantallas faciales. Quedando el equipo integral (mono, cofias, cubre-zapatos, guantes) para las áreas de mayor contaminación ambiental o de intervención directa de pacientes. El rápido crecimiento de la curva de contagio expuso la urgencia de acceder a las protecciones adecuadas para las cuales los hospitales y centros de salud no estaban preparados. Allí surge responder a la demanda de pantallas faciales.

De la misma manera, obligó a la reconfiguración de sistema de análisis de muestras para detección de COVID-19 dentro de los laboratorios. El VacSal-FCE-UNLP, en

⁵ Categorizaciones de prevención, tanto metodológica como EPP correspondiente a cada etapa de la atención de salud. Las recomendaciones Inter-Institucionales fueron dadas por el Ministerio de Salud, distribuida por sus asociaciones derivadas (SADI / SATI /ADECI /INE). Elevadas a máximo nivel, AIII, para accionar preventivo ante el COVID-19.

conjunto con FCEN UBA (en coordinación con el Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires) desarrollaron la estrategia de análisis en *pooles*, para enfrentar entre 200 y 450 casos diarios, volumen que excedía el material de soporte y clasificación que debió ser rediseñado.

Actualmente se han entregado más de 10mil pantallas faciales (en trabajo conjunto con Makers LP) en la ciudad de La Plata y zonas aledañas. Nos encontramos desde el CTA acercando material a las ciudades del interior de la provincia que han comenzado con brotes al iniciar la Fase 3 y 4 (Saladillo, Tapalque, otros).



Figura 1. Armado de pantallas faciales en Tapalqué.

Figure 1. Face shield assembly in Tapalqué.

Notas en las que aparece el desarrollo colaborativo del modelo de uso sanitario:

- <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/prioridadcoronavirus/iniciativas-en-curso>
- <https://www.eldia.com/nota/2020-4-13-2-46-11-platenses-hacen-mascaras-3d-para-hospitales-de-la-region-informacion-general>

- <https://investiga.unlp.edu.ar/cienciaenaccion/la-facultad-de-artes-se-suma-a-la-produccion-de-mascaras-faciales-17841>
- <https://unlp.edu.ar/coronavirus/con-impresoras-3d-la-unlp-fabrica-mascaras-protectoras-para-personal-de-la-salud-17681>
- <https://www.0221.com.ar/nota/2020-3-27-21-41-0-la-unlp-imprime-mascaras-para-proteger-a-los-trabajadores-de-la-salud-del-coronavirus>

Algunos de los trabajos para equipamiento de laboratorio:

- https://www.instagram.com/vacsal_ibbm/

Desarrollo del producto

A partir de las mencionadas transformaciones de sistemas productivos colaborativos para la pandemia, describiremos los productos sobre los cuales se ha trabajado desde el FabLab generado en el CTA. Poniendo a disposición maquinaria FDM, impresoras 3D, pertenecientes al CTA y al GEMA (Grupo de ensayos Mecánicos Aplicados), y LaCLyFA (Laboratorio de Capa Límite y Fluidodinámica Ambiental) UIDET confluyente del CTA. Así se adecuaron 6 impresoras, cinco de 20x20x20cm y uno de 40x40x50cm de volumen de trabajo.

Pantallas faciales

Las pantallas faciales se transformaron dentro de la lista de los EPP a fabricar aquellos más solicitados por su limitada presencia en el mercado nacional,

resultando costosos y siendo en su mayoría específicos de producción fabril, metalurgia, otros.

La iniciativa comienza sobre archivos *Open Source*, la pantalla facial que inicialmente se selecciona y se imprime deriva de la Mascara Ferrovia "SAS 1" diseñada en España (por Sicnova y dispuesta por Sistema Sanitario Público de Andalucía) disponibles en un repositorio web (cuarta imagen de la Figura / modelo A de la Tabla 1), permitieron comenzar con la producción inmediatamente, para darle marcha al sistema de provisión de recursos materiales, logística de reparto de materia prima y recolección de viseras impresas, para luego acopiarlas en el predio del comedor de la Facultad de Ingeniería y terminar con el ensamblaje, desinfección y entrega.

Las primeras modificaciones las gestionaron dentro del sub-equipo de diseño coordinado por el SLAD integrado por diseñadores e impresores (autonvocados, de la EALP, del CTA y del SLAD), para desarrollar piezas accesorias, además de ajustes de parámetros y asistencia para coordinar las más de 120 impresoras articuladas desde la organización Makers LP (cada una con su software, su nivel de tolerancias y sus particularidades funcionales).

Parte de las modificaciones contaron con el aporte de los médicos del Policlínico San Martín de La Plata quienes hicieron retroactiva su participación como testers de las protecciones. De esta manera comenzó un proceso colaborativo de diseño y producción de equipamiento de protección para la emergencia sanitaria.

El CTA participó articulando dentro del equipo las adecuaciones normativas pertinentes al Protocolo EPP, siguiendo las normas UNE-EN 1666-2002, ANSI/ISEA Z87.1-2015, UE 86/686/CEE, ISO equivalentes, y revisiones ergonómicas (solicitadas por resoluciones del Ministerio de Trabajo y Ministerio de Salud). Así dentro de la conformación de un equipo multidisciplinar surgieron diferentes propuestas de pantallas faciales que responden con mayor inclusividad diferentes perfiles de rostro a la vez que permiten utilizar debajo de la misma, antiparras selladas y tapabocas formato copa o pico de pato las cuales tienen mayor volumen. De éstas derivaron en un modelo de ventilación indirecta para evitar que se empañe la lámina transparente a la vez que cubre la parte superior entre la pantalla y la frente evitando las salpicaduras de gotas, y por otro lado se dejaron para impresiones extra, modelos de ventilación directa que permiten ser utilizados en áreas de menor riesgo como espacios ventilados, uso comercial, uso administrativo (tal es el caso del personal no docente parte del voluntariado de la UNLP).

Es necesario remarcar que, por el nivel de propagación del virus y la urgencia de entregar equipamiento de protección, la etapa que se correspondería con ensayos físicos que puedan homologar los productos se delegó, en correspondencia con la génesis de Diseño Abierto, al trabajo de campo, es decir, muestras de pruebas realizadas por los impresores, y así mismo dentro del FabLab gestado en el CTA, y luego una segunda etapa de pruebas y testeos de uso por parte del personal médico.

Proceso Colaborativo en Etapas: (orden cronológico)

Etapa 1

Algunos de los modelos testeados en la primer y segunda semana de cuarentena (declarada el 20 de marzo), extraídos del repositorio Portal COVID-19:





Figura 2. Modelos de diseño abiertos propuestos en PortalCOVID-19.


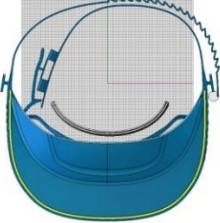
Figure 2. PortalCOVID-19 open design models.

Se descarta el primer modelo por ser abierto y poseer complejidad en el vínculo móvil para impresiones rápidas y de baja calidad. Se descartan el segundo y tercer modelo por la rigidez que presentaron en las pruebas para adaptarse a distintas curvas de frentes y la incomodidad de las patillas del tercer modelo que rozan en el cuero cabelludo de ciertos contornos mayores de cráneo, dado el ángulo cerrado de los mismos. Restando la cuarta propuesta que fue seleccionada por flexibilidad a la vez que poseía un plano inclinado para salpicaduras y micro gotas.

Tabla 1. Generación de diseños abiertos basado en el modelo Sicnova (España) > resultados de DI Particulares+SLAD+CTA+EALP (asociados dentro de MakersLP).

Table 1. Open Design creation based on Sicnova Spain model > Designers+SLAD+CTA+EALP (Makers LP asociation) result models.

Modelo	Imagen General	Ventilación tipo	Ajustes de cabeza tipo/func.	Plan B ajuste de cabeza	Traba de pantalla	Pantalla tipo
A Sicnova		Mixta. Directa por el tamaño de apertura/ indirecta porque la visera que cubre de aerosoles de gotas mayores.	3er elemento/ elástico, cinta, otros (depende del usuario).	Único.	No.	Recambia-ble.
B Makers LP + SLAD		Mixta. Ídem prop. A.	3er elemento/ traba impresión 3D.	Si. Orificios	3er elemento Impreso 3D.	Recambia-ble.

Modelo	Imagen General	Ventilación tipo	Ajustes de cabeza tipo/func.	Plan B ajuste de cabeza	Traba de pantalla	Pantalla tipo
C Makers LP + EALP + CTA		Directa. Para uso comercial o espacios ventilados/ no apta uso de espacios contaminados.	Integrado /impresión 3D.	Si. Ganchos	No.	Recambia-ble.
D Makers LP + SLAD + CTA		Mixta. *Reduce la visera que ofrece la ventilación.	Integrado/ impresión 3D.	Si. Ganchos	No.	Recambia-ble.

Etapa 2

El modelo B, enlistado en la Tabla 1, muestra las dos primeras modificaciones que son la corrección de tolerancia de impresión para la ranura de encastre para las láminas/pantalla transparente del modelo A, dejando la posibilidad abierta según con el proveedor con quien se pudiese articular, considerando que el rollo de acetato, PET u otro material pudiera ser de 150, 200 o 250 micras de espesor. Al igual que el agregado de un borde inferior de contención de la lámina (no cumple como mentonera de protección), fue pensada para mantener la curvatura de la misma ante el movimiento de la cabeza o roce contra el propio pecho del usuario. Este modelo presentaba la complejidad de tres piezas (modelo gestionado para su impresión por Makers LP desde la segunda hasta la 6 semana de la cuarentena).

Etapa 3:

Se observa junto con el personal médico que testeó las pantallas, durante la etapa 2, las siguientes revisiones de diseño referente a la usabilidad inmediata:

- El sistema de ajuste era endeble;
- Que el soporte inferior de la filmina pese a ser un elemento extra es requerido por el mismo personal para mantener la curva de la filmina, decidimos conservarla;
- La visera si bien es flexible generaba algunas reacciones de roce con la piel después de largas jornadas de uso;

- La profundidad de la visera A no contemplaba la profundidad de narices de percentil 95% ni tampoco el uso de barbijos tipo copa o pico de pato, por ello la proximidad hacía que se empañe la pantalla;
- La traba de filmina/pantalla transparente a varios usuarios se les perdía o rompía en procesos de traslado.

Aquí comienzan dos procesos simultáneos de diseño, por un lado, propuestas para resolver problemas de efectivización del sistema de impresión y prototipado rápido, generándose propuestas que acaban conformando el Modelo C. Y por el otro lado comienzan las revisiones de diseño y adecuaciones ergonómicas que confluyen en el Modelo D, que se traducen en una respuesta de enfoque centrada en el usuario, el usuario como protagonista activo.

El modelo C, surge como diseño alternativo a la impresión de piezas individualizadas del modelo B (visera + traba para lámina transparente + soporte inferior), pudiendo hacer una impresión integral, éste modelo por su economía de materiales, su velocidad de impresión y su simpleza fue adecuado en espesores por el CTA en un trabajo conjunto e incorporado a la línea de impresión del FabLab en paralelo al modelo B, siendo el modelo B destinado a personal sanitario (por su cualidad de ventilación indirecta) y el modelo C destinado a personal de uso en áreas abiertas o de bajo riesgo en bio-seguridad. Este modelo responde a una tipología de uso diferente a solucionar, reemplaza otro nicho que permite mayor economía material/tiempo. Así mismo no es apto para uso médico, ni sectores contaminados

con potencialidad de aerosoles, por lo tanto, no se compara con los modelos A-B o el D. Fue requerido para el personal de la UNLP, y también destinado a administrativos (sin riesgo de contaminación viral ambiental) del área salud de los Municipios de Tapalqué y de Saladillo.



Figura 3. Pantalla facial de ventilación directa modelo C (destinada a la UNLP, verde institucional).

Figure 3. Direct ventilation face shield (produced to UNLP, institutional green).

La calidad de ajuste de tolerancias del modelo C depende del conocimiento de la máquina y de una mínima calidad de la impresora (en cuanto a mantenimiento y ajustes, en caso de no contar con ello se puede prever el agregado de la lámina de traba originado en el modelo B).

Dada las cualidades es el modelo madre de los diseños PFD y PFT (continuaciones del equipo de diseño) aunque éstos dos últimos no incluyen los ganchos accesorios que posee este modelo, los cuales están pensados ante la erosión de la cinta

pasante o rotura eventual, para ser atados con una bandita elástica convencional (pudiendo cortar con una tijera las cintas plásticas y el mecanismo también si se lo deseara).

El modelo D, según la Tabla 1, es el resultado de una revisión normativa y ergonómica más profunda del equipo multidisciplinar (dentro de un proceso de al menos diez configuraciones de modelos que fueron presentadas entre los diseñadores participantes). Pretende corregir los errores de la mascaritas de diseño abierto presentes en el mercado, muchos de los cuales a la fecha ya se estaban comercializando a elevado costo a través de plataformas de comercio digital sin ningún tipo de revisión ni garantía de bio-seguridad.

Para las revisiones del Modelo B, surgieron diseños integrados basados en el Modelo C, que además incorporaban el plano de protección para aerosoles, se eliminó la traba de la pantalla transparente generando relieves en la ranura de inserción de la lámina (ejerciendo presión contra la misma), propusieron un sistema flexible para el contacto con la frente del usuario, permitiendo que la pantalla se amolde a cada fisonomía.

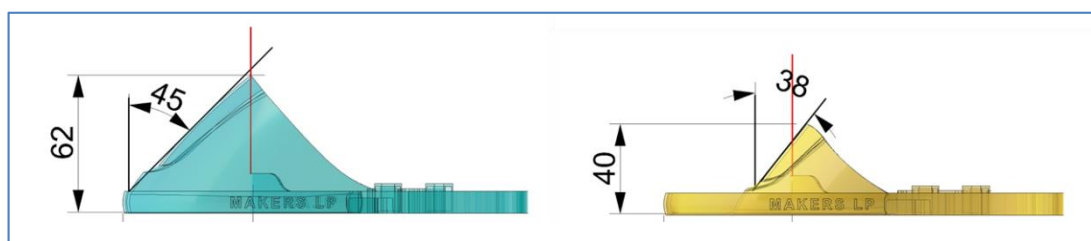


Figura 4. Comparativas de análisis de impresión del ángulo de la ventilación indirecta.

Figure 4. Comparison analysis of the printing angle of the indirect ventilation.

En la Figura 4 se muestra la revisión final, donde el diseño de la izquierda es el resultado de las revisiones antropométricas, es decir amplía su rango de uso y de percentiles incluidos, la visera Modelo B tenía una profundidad de 51mm desde el borde de la pantalla hasta el plano de apoyo con la frente, las revisiones llevan esa medida a 62mm, aquello que permite no solo mayores dimensiones nasales sino también, el uso de barbijo formato de copa y antiparras selladas. Con las ampliaciones dimensionales inclusivas fue necesario hacer correcciones de bioseguridad, se presentaban propuestas que requerían disminuir la apertura de la ventilación directa ante el riesgo de aerosoles, aquello que permitió llevar a la cama de impresión 35mm de base de apoyo, generando un plano de inclinación de tan sólo 38°, resolviendo también las dificultades técnicas de impresión.

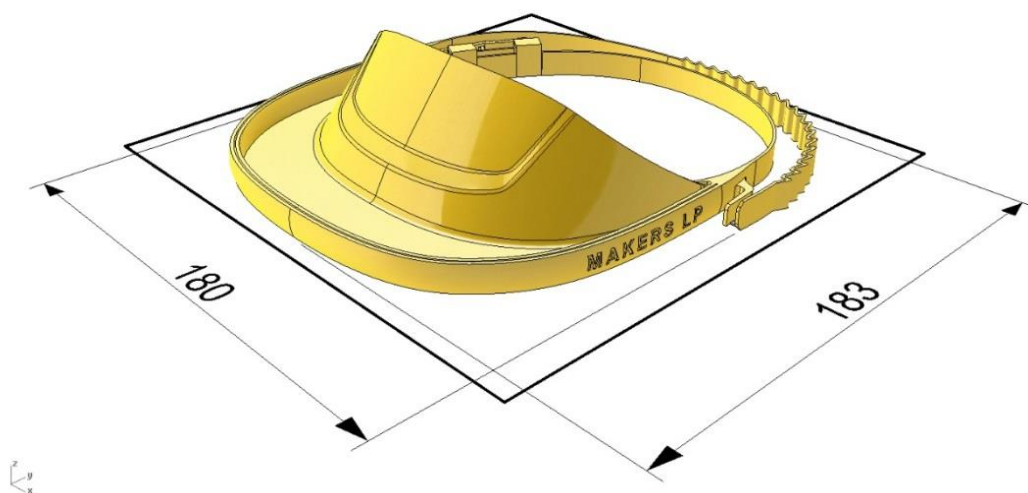


Figura 5. Modelo final de ventilación indirecta.

Figure 5. Final model of the indirect ventilation.

Resumen de proceso de revisión normativa y ergonómica de corrección para la generación modelo final

Considerando las siguientes normas:

- ISO/IEC Guide 51:2014 - Safety aspects — Guidelines for their inclusion in standards > Antesala para hablar en terminus de prevención, seguridad y factores de riesgo.
- ISO 14971:2019 - Medical devices — Application of risk management to medical devices > Aplicación de conceptos y gestión de riesgo en concordancia o devenido de los protocolos independientes adoptados por el Ministerio de Salud de la Nación Argentina, en avance a las recomendaciones de la OMS.
- ISO 4007:2018 - Personal protective equipment — Eye and face protection — Vocabulary.
- ISO 16321-1 [en revisión] – Protección ocular y facial para uso ocupacional - Parte 1: Requerimientos generales (DISF).
- ISO 19734 – Protección ocular y facial – Guía de selección, uso y mantenimiento (DIS).
- ISO 18526-1:2020 - Eye and face protection — Test methods — Part 1: Geometrical optical properties > depende del proveedor de material para pantalla facial.
- ISO 18526-2:2020 - Eye and face protection — Test methods — Part 2: Physical optical properties > estimable a nivel configuración geométrica del diseño.

- ISO 18526-3:2020(en) - Eye and face protection — Test methods — Part 3: Physical and mechanical properties > parte de la visera: estimable/ parte de la pantalla: depende del proveedor de material para pantalla facial.
- ISO 18526-4:2020(en) - Eye and face protection — Test methods — Part 4: Headforms
- ISO/TS 16976-2:2015(en) - Respiratory protective devices — Human factors — Part 2: Anthropometrics – Empleado para establecer compatibilidad entre los diferentes productos intervinientes del Kit/Conjunto EPP para COVID-19.

Las equivalencias consideradas:

- UNE-EN 168:2002 - Protección individual de los ojos. Métodos de ensayo no ópticos.
- Directiva 89/686/CEE - Comité Europeo de Normalización (CEN) y del Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC). - Equipos de Protección Individual (EPI) – Versión consolidada de valor documental - derogada y sustituida por el Reglamento (UE) 2016/425.
- Reglamento (UE) 2016/425 - DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO DE LA UE - Relativo a los equipos de protección individual y por el que se deroga la Directiva 89/686/CEE del Consejo (Texto pertinente a efectos del EEE). – Se aplica:
 - ANEXO I – Generalidades de la categoría I de riesgos, agregando riesgo biológico;

- ANEXO II – Referente a la directiva 89/686/CEE, contemplado en la legislación Argentina.
- ANEXO III – Documentación técnica.
- Recomendación (UE) 2020/403 - DE LA COMISIÓN EUROPEA - Relativa a la evaluación de la conformidad y los procedimientos de vigilancia del mercado en el contexto de la amenaza que representa el COVID-19.

Para la incorporación de la mayor cantidad de percentiles, con el fin de hacer la pantalla más inclusiva, y no restrictiva a un promedio se resolvieron el ajuste de los siguientes parámetros:

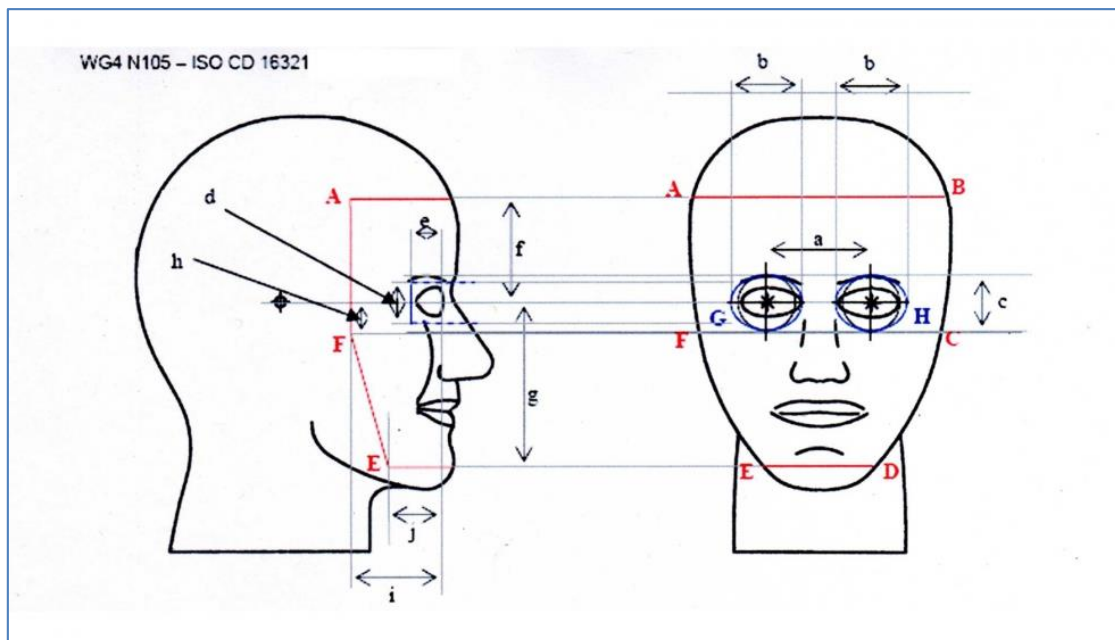


Figura 6. ISO CD 16321 – Adecuación de dimensión facial y plano visual.

Figure 6. ISO CD 16321 – Adequacy of facial dimension and visual plane.

- Las distancias de los globos oculares G y H, cuyos ejes sagitales craneal-visual se separan por la distancia "a", se considera la medida de ancho máxima (percentil 95%) que resulta estar entre 63 y 70 mm – medida acotada en celeste en la Figura 7.
- El ángulo de curva para la pantalla transparente resuelve una curva que persigue la rotación del ojo y campo visual de espectro circular, de 10° hacia cada lado del eje visual. Medidas dentro de las que se manifiesta confort visual y de movimiento ocular. Siendo 15° el máximo ángulo de confort.
- Debe recordarse que la distancia de enfoque óptimo al objeto de estudio es de 300mm, y aquí hay una pantalla transparente de por medio. Razón por la que es motivo excluyente dentro de las normas que puede poseer un tratamiento anti-rayas o bien que pueda ser de fácil recambio para, ante su desgaste, proteger la vista de fatiga y posibles daños laborales.
- El plano visual central, que conforma un ángulo máximo de límite visual para el percentil mayor, de 62° desde el meridiano sagital del cráneo, ante la imposibilidad por emergencia de resolución del producto de ensayos ópticos, se resuelve mantenerlo prácticamente sin curvatura, a una distancia de 62 mm desde el apoyo de la visera hasta que la proyección visual se encuentra con la pantalla transparente.
- Así también, el apoyo flexible en la frente se desarrolla sobre la curvatura del percentil femenino más chico (5% cuya curva de cráneo ronda los 135 mm). Este

diseño pretende incorporar a médicas y enfermeras de percentiles no contemplados incluso por las marcas comerciales que realizan EPP homologado.

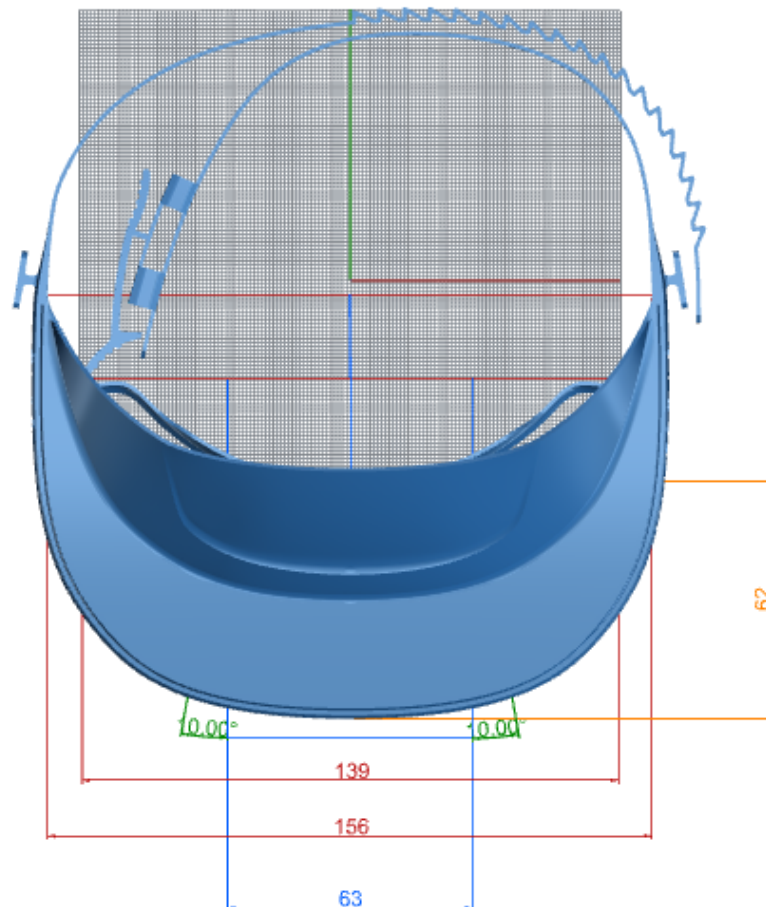


Figura 7. Resultados de correcciones ergonómicas y normativas.

Figure 7. Results of ergonomic and normative corrections.

La Tabla 2 refleja las mejoras y optimizaciones del trabajo sinérgico en equipo para el desarrollo de pantallas faciales. Mejorando desde las propiedades de impresión,

los métodos de testeo y regulación previos a la impresión (volcándose el contenido en un grupo de asistencia técnica). Así como la mejora en la economía material, aquello que permitió al grupo de diseñadores participantes avanzar con las impresiones hasta llegar a formato de impresión tipo torre (impresión apilable para secuenciar dentro de una misma cama):

Donde el modelo D si bien se obtienen dos unidades menos que el modelo A, resuelve todas las piezas de manera integral, ahorrando la logística y búsqueda de elásticos o zunchos.

Tabla 2. Aspectos de diseño para impresión 3D.

Table 2. 3D printing desing topics.

Modelo	Cant. Piezas	Incorpora ajuste	Plan B ajuste	¿Requiere material soporte?	Tiempo impresión 60mm/seg	Sistema impre. en torre	Rendimiento x kg.
A	1	No	Único	Si, en orificios.	1.50hs	No	22
B	3	Si Pieza individual (resorte)	Si (Orificios)	Si, en orificios.	2.40hs	No	18
C	1	Integrado	Si (Ganchos)	No	0.38hs	Si	35
D	2	Integrado	Si (Ganchos)	No	2.25hs	No	20

Considerando los siguientes parámetros de impresión fijos para todos los modelos:

- *Altura de capa: 0.28mm (nozzle 0.4)*
- *Capas superiores: 3*
- *Capas inferiores: 3*
- *Capas laterales: 2*
- *Relleno: 15%*

Gradillas

El laboratorio VacSal-IBBM-Conicet recurrió al CTA, después de la divulgación de trabajo en equipo para Makers LP generando soluciones en impresión 3D para asistir en la pandemia. Aquí el problema presentado fue el pedido de rediseño de gradillas que permitan al equipo del laboratorio trabajar con la nueva estrategia de análisis por muestreo agrupado, *pool/es*, donde el volumen de casos diarios dejaba sin soportes de trabajo al laboratorio. Para ello se trabajó conjuntamente en dos diseños:

1ro- Que reúne 100 muestras por bloque, para tubos tipo Eppendorf (de 11mm de diámetro y 35mm de altura), de 30mm de altura, cubriendo 27mm de los tubos, manteniendo una distancia de 5mm entre muestra y muestra. Este diseño presentó dos revisiones, y la mejora esencial hacia el modelo final presente en la Figura 8, fue el grip y profundidad de inserción de las manos para poder movilizar las gradillas.

2do- Del cuál se muestran 2 versiones en la Figura 8, que responden a la agrupación de 35 muestras de hisopados (los modelos azules con blanco traslúcido y verde oscuro con verde claro), para tubos de kits de testeo rápido desarrollados por el Conicet. Este modelo fue ensayado en dos etapas, en la primera las asas de agarre pertenecían a la impresión del bloque medio, funcionando a la vez como encastre, cuya limitación de diseño se presentaba a la hora de transferir el diseño abierto a quienes necesitasen reproducir el mismo en camas de impresión 3D de 20x20cm, quedando limitado a las impresoras mayores (no tan habituales en el público

general). Por ello se resuelve el agarre desde la morfología de la placa lateral, donde de las sustracciones superior e inferior (que definen las patas de apoyo) resultan de interfaz (guía visual de agarre de la gradilla). Se conforma de dos placas pasantes y una tercera placa que funciona de base y contención, siendo de mayor espesor con una concavidad receptora del tubo.

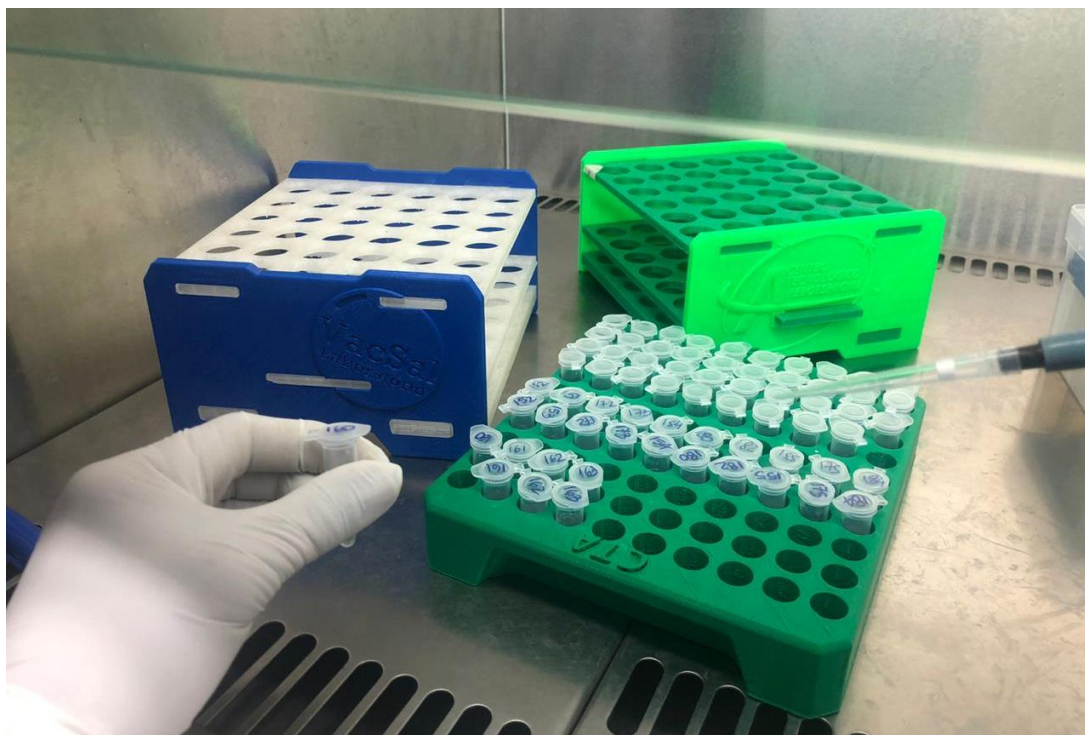


Figura 8. Gradilla en bloque de 10x10 y gradillas desarmables de 6x6.

Figure 8. Tube racks 10x10 in a single block and 6x6 in detachable configuration.

Gradillas refrigeradas

Gradillas contenidas en cajas con tapa (diferentes diseños de traba), donde se deposita un gel refrigerante debajo de la gradilla que contiene las muestras. Muchas preparaciones dentro de los laboratorios, ya sean suspensiones bacterianas,

enzimas, reactivos o en estos caso, análisis de COVID-19, ácidos nucleicos resultan termolabiles. Pequeños cambios de temperatura pueden resultar en la degradación total o parcial. Las gradillas refrigeradas o iso freezer generan un ambiente frío y duradero que permite la manipulación por fuera del freezer y su traslado en caso de ser necesario en las mejores condiciones posibles de temperatura.

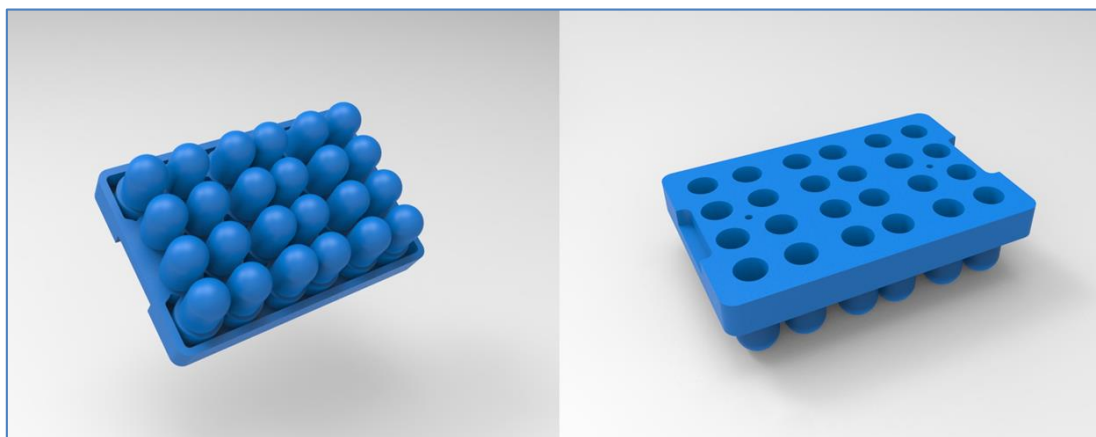


Figura 9 - Rediseño de la gradilla contenedora.

Figure 9 - Eppendorff tube rack design.

El rediseño, presente en la Figura 9, responde en principio a la escasez de insumos en el mercado, y en segundo lugar al trabajo de análisis específico con muestras para análisis de COVID-19 para tubos tipo Eppendorf (tubos de centrífuga), las gradillas disponibles para mini-freezers suelen ser en su mayoría racks abiertos (Figura 8) comaprativa de contacto diercto con el gel refrigerante. Para el caso de muestreo basado en RT-PCR se cuida a la muestra conteniendo de manera estanca al tubo, y evitando su contacto directo con el gel refrigerante. Se diseñó un modelo

cuya pared de cobertura es de 2mm y se le realizaron sustracciones para que el gel pueda llegar lo más arriba posible dentro de la gradilla (se aprecia en la Figura 9 y 10). También se le agregaron dos orificios pasante, como se ve en la cara superior del modelado (Figura 10) que sirve para dentro de la operación de montaje de la gradilla refrigerada, colocar primero la gradilla dentro de la caja contenedore y luego con una geringa inyectar el gel a través de los orificios.

El modelo rediseñado responde a las marcas que fabrican mini-freezers de las dimensiones relevadas, y en este caso el calce la gradilla es de ajuste estanco y por calce de forma (a presión) garantizando seguridad en la movilidad y traslado.



Figura 10. Actual testeo de funcionamiento y adaptación a cajas de marcas comerciales.

Figure 10. Printing testing of the first prototype. Tested to fit commercial boxes.

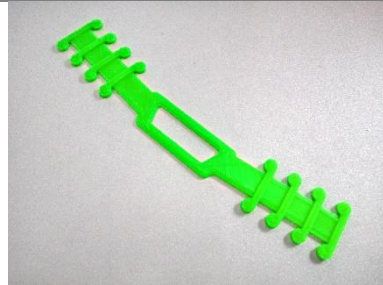
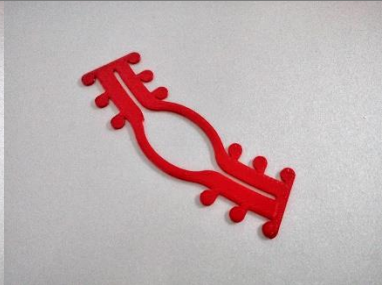

Soportes de tapaboca de uso hospitalario > asistente/tutor de EPP

También fueron desarrollados las variantes de modelos dentro de la sinergia colaborativa, entre el CTA y el equipo del Hospital de niños de La Plata, iniciando con un modelado digital de código abierto, al cual se le realizaron las respectivas adecuaciones antropométricas, tanto para la dimensión de la cabeza de los niños, como para el personal de percentiles debajo del 50%, ya que el modelo distribuido de manera global corresponde al rango 50-95%. Entre otros agregados de diversificación del uso, la morfología ovoide vino a solventar la variación del radio craneal, a la vez que sirve para su re-posicionamiento sobre el eje sagital pudiendo en su zona libre hacer uso pasante del cabello, para sus diferentes ataduras sin que el soporte de barbijo (dentro del orden de la acción de colocación y retiro de las EPP) mueva o afecte la cofia o monoprenda de protección.

Estos modelos aún se encuentran bajo proceso de testeo en uso por el personal del Hospital de Niños de la ciudad de La Plata.

Tabla 3. Análisis de diseño y de impresión para soportes de tapabocas EPP.

Table 3. PEP mask 3D printing and desing topics of analyze.

Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
		
Material: PLA	Material: PLA	Material: PLA
Parámetros de impresión	Parámetros de impresión	Parámetros de impresión
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Altura de capa: 0.25mm (nozzle 0.4)/0.3mm (nozzle 0.6) ▪ Capas superiores: 3 ▪ Capas inferiores: 3 ▪ Relleno: 20% ▪ Soporte: no ▪ Velocidad: 60mm/s 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Altura de capa: 0.24mm (nozzle 0.4) ▪ Capas superiores: 3 ▪ Capas inferiores: 3 ▪ Capas laterales: 2 ▪ Relleno: <i>para el valor de capa no requiere relleno</i> (0.24*3*3=1.44) ▪ Soporte: no ▪ Velocidad: 60mm/s 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Altura de capa: 0.24 (nozzle 0.4) ▪ Capas superiores: 3 ▪ Capas inferiores: 3 ▪ Capas laterales: 2 ▪ Relleno: <i>para el valor de capa no requiere relleno</i> (0.24*3*3=1.44) ▪ Soporte: no ▪ Velocidad: 60mm/s
Modelo original propuesto por Sicnova y 3d Novatech en España.	En este modelo se plantean 3 talles, también diferenciados por 10mm, la proporción final se reduce a 2/3 de su modelo predecesor para trabajar con contornos craneales de niños.	Este modelo se presenta como una versión simplificada, que también se resuelve dentro de los 2/3 del ancho del modelo 1, pretende solventar conicidades propias de formatos aguzados de nuca. Su dimensión agrega la posibilidad de utilizar el soporte como pasante de cabello largo (para cola de caballo o rodete) siendo funcional a percentiles tanto masculinos 5-50% como femeninos 5-70%.

Información sobre el registro de la innovación o desarrollo

Todos los productos generados en este contexto de pandemia han sido desarrollados bajo “código abierto”, es decir que se les ha otorgado Licencia Creative Commons, adoptando las atribuciones de “bien común”, libre de ser copiado, reproducido y reutilizado, con la idea fundamental de acelerar los procesos de replicabilidad y escalabilidad (local > zonal > regional).

Los equipos relevados y rediseñados se comprenden dentro de un marco de emergencia sanitaria, es decir, que posee la condición excepcional de ser un producto gratuito, para donaciones en el marco de la cuarentena, bajo licencia CC, tipología CC BY-NC-ND (Atribución-NoComercial-SinDerivadas) para elementos de bioseguridad y CC BY-SA (Atribución-CompartirIgual) para demás productos, que establece su dominio público, pero no las transforma por defecto en creaciones huérfanas:

BY = El crédito de autores permite localizar y redireccionar las críticas que sirvan para mejorar el diseño.

NC = Se exige plenamente la No comercialización, para fomentar su llegada a quienes lo requieren verdaderamente y evitar el abuso comercial contra el personal sanitario. El objetivo es fomentar las donaciones.

ND = Las modificaciones no son permitidas, en aquellos productos donde la revisión normativa generó la morfología resultante y ésta es determinante en la bio-

protección del individuo. Si pueden ser reversionados todos aquellos productos que no interfieran con la bioseguridad.

SA = libre de compartir, remix (modificar) y reproducir, siendo aclaradas las modificaciones bajo la misma licencia.

Los productos están cargados en las webs de las entidades y agrupaciones participantes, el compromiso de la NO comercialización de estos es fundamental, al igual que la gestión interna de los centros de salud y laboratorios, acorde a los criterios establecidos por el Ministerio de Salud de la Nación, donde se privilegia el acceso a los productos según la escala de riesgo y el nivel de emergencia (producto de los brotes).

Debe remarcar, desde Creative Commons, al crear el portal de licencias Open Covid Pledge, la implicancia que la liberación de la propiedad intelectual tiene como impacto directo en la mitigación de la Pandemia COVID-19, adherimos desde el CTA a la causa, aquello que nos moviliza es el rápido desarrollo, avance y diseminación de la tecnología necesaria para terminar con la proliferación de la enfermedad.

Financiamiento

- Pantallas faciales de ventilación indirecta para personal sanitario: Gestionado por el grupo de autoconvocados "Makers La Plata", con el aporte de los impresores reclutados y tandas de materiales (filamento y acetatos o similares) dos tandas iniciales aportadas por la Universidad Nacional de La Plata, aportes mixtos por

empresas de filamentos y donaciones de particulares y restantes tandas completas financiadas desde el Centro Tecnológico Aeroespacial (con la gestión de fundación Facultad de Ingeniería).

- Pantallas faciales de ventilación directa 1 (para trabajadores esenciales/no sanitarios): Gestionadas por los filamentos obtenidos desde la configuración de aportes del modelo mencionado previamente, y las láminas transparentes gestionadas integralmente por el CTA.
- Pantallas faciales de ventilación directa 2 (para trabajadores esenciales/no sanitarios): Estas pantallas fueron las dos últimas series de producciones derivadas del modelo de ventilación directa 1, gestionadas en casi su totalidad por aportes desde el CTA a través de Fundación Facultad de Ingeniería.

Los siguientes tres productos gestionados integralmente desde el CTA:

- Sujetadores de barbijos/ ajustadores de talles.
- Gradillas.
- Gradillas ISO freezer/ Gradillas refrigeradas.

Agradecimientos

A los integrantes de la Comunidad MakerLP que aunaron sus esfuerzos junto a la EALP, en conjunto con el SLAD.

A la Fundación Facultad de Ingeniería por su inmediatez y transparencia de gestión.

A los municipios, Tapalqué (Intendente Gustavo Cocconi), Saladillo (personal médico del CAPS San Roque y Consultorios Médicos Sabbioni-López-Otros Asoc.) que confían en nuestro aporte.

Al laboratorio VacSal IBBM Conicet, por generar una construcción sinérgica ante el diseño.

Referencias bibliográficas

Dreyfuss, H. (1959). The measure of man. Human factors in design.

SICNOVA (2020). Pantallas faciales de código abierto provistas por SICNOVA para promover los desarrollos colaborativos internacionales de aplicación local.

<https://portal3dcovid19.es/productos/>

Sociedad Argentina de Infectología (2020). Recomendaciones inter-institucional para la prevención de COVID-19 SADI / SATI / ADECI / INE

<https://www.sadi.org.ar/novedades/item/954-recomendaciones-inter-institucional-para-la-prevencion-de-covid-19-sadi-sati-ade-ci-ine>

Tratamiento de la Neumonía Asociada a la Ventilación Mecánica: cofactor de mortalidad en pacientes COVID-19 positivos

Proyecto del Programa de Articulación y Fortalecimiento Federal de las
Capacidades en Ciencia y Tecnología COVID-19

Patricia Schilardi^{1,2}; Diego Pissinis¹

¹ Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata – CONICET; ² pls@inifta.unlp.edu.ar

***Dedicado a la memoria de nuestro
querido colega y amigo Diego Pissinis***

Resumen. *La infección por Sars-CoV-2 produce diversos cuadros clínicos, que incluyen la infección asintomática, enfermedad leve del tracto respiratorio superior y neumonía viral grave con insuficiencia respiratoria e incluso la muerte. La necesidad de internación de los pacientes más comprometidos introduce una complicación adicional, que es el riesgo de adquirir una infección intrahospitalaria. Entre éstas, la neumonía asociada a la ventilación mecánica (NAV) es una de las más frecuentes en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) y actualmente es una complicación en el cuadro clínico de pacientes COVID-19 positivos que necesitan asistencia de respiración mecánica. La prevención de la NAV es crucial para eliminar este cofactor de morbimortalidad, así como disminuir los costos asociados a la atención de salud (tiempo de internación, antibióticos, elementos descartables, etc.).*

La NAV ocurre en pacientes que son ventilados por un tubo endotraqueal o por traqueotomía, como respuesta del huésped a la invasión bacteriana. Los pacientes con ventilación mecánica están inconscientes y no hay eliminación de las secreciones en la orofaringe, generando un aumento de la flora oral normal. Los microorganismos colonizadores pasan a lo largo del tubo traqueal formando biofilms en la parte interna y externa del mismo particularmente en la región cercana al bulbo. Finalmente, estos microorganismos son capaces de alcanzar las vías aéreas distales superando la respuesta inmune del huésped y generando neumonía. La propuesta de este trabajo consiste en modificar la superficie de los tubos endotraqueales con agentes

antimicrobianos que inhiban la adhesión y proliferación bacteriana actuando como coadyuvantes de los antibióticos administrados por vía sistémica.

El objetivo general de este trabajo es contribuir a la prevención de la NAV por medio de la funcionalización de las superficies interna y externa del tubo endotraqueal empleado en la ventilación mecánica. La modificación se realiza mediante el depósito de una delgada película de hidrogeles biocompatibles y biodegradables cargados con agentes antimicrobianos convencionales (antibióticos) y no convencionales (nanopartículas de plata, AgNPs) para combatir la formación de los biofilms bacterianos que generan la NAV. Los hidrogeles proporcionan control espacial y temporal sobre la liberación de los agentes terapéuticos debido a su degradabilidad controlable y capacidad para proteger a los medicamentos lábiles, permitiendo, además, alcanzar concentraciones locales superiores a las obtenidas por administración sistémica. Para alcanzar los objetivos, se ha optimizado la síntesis de un hidrogel en base a polietilenglicol capaz de adherirse fuertemente a la superficie de cloruro de polivinilo del tubo endotraqueal. Se logró recubrir la superficie del tubo con el hidrogel, comprobándose una buena estabilidad mecánica tanto para el hidrogel deshidratado como para el mismo hidratado. Se analizaron diferentes rutas de incorporación de los agentes antimicrobianos, encontrándose que la más adecuada es el agregado de éstos al polímero precursor del hidrogel. Los hidrogeles modificados con AgNPs presentan características de adhesión y estabilidad similares a las de los hidrogeles sin modificar. Al momento de escribir este trabajo se están llevando cabo los experimentos tendientes a determinar la capacidad antimicrobiana de las superficies modificadas.

Palabras clave: **neumonía; ventilación mecánica; hidrogeles; biofilms; antimicrobianos**

Recibido: 29/09/2020 Aceptado: 13/10/2020

DOI: <https://doi.org/10.24215/26838559e019>

Ventilator-associated pneumonia treatment: mortality cofactor in positive COVID-19 patients.

Abstract. *Sars-CoV-2 infection produces a variety of clinical pictures, including asymptomatic infection, mild upper respiratory disease, and severe viral pneumonia with respiratory failure and*

even death. The need for hospitalization of the most compromised patients introduces an additional complication, which is the risk of acquiring a hospital infection. Among these, ventilator-associated pneumonia (VAP) is one of the most frequent in Intensive Care Units (ICU) and is currently a complication in the clinical picture of positive COVID-19 patients who need mechanical respiration assistance. The prevention of VAP is crucial to eliminate this cofactor of morbidity and mortality, as well as to reduce the costs associated with health care (long-term care hospitalization, antibiotics, disposable items, etc.).

VAP occurs in patients who are ventilated by an endotracheal tube or tracheotomy, as a host response to bacterial invasion. Patients on mechanical ventilation are unconscious and there is no elimination of secretions in the oropharynx, resulting in an increase in normal oral flora. The colonizing microorganisms pass along the tracheal tube forming biofilms in the internal and external part of the tube, particularly in the region near the bulb. Finally, these microorganisms can reach the distal airways overcoming the immune response of the host and generating pneumonia. The proposal of this work consists of modifying the surface of endotracheal tubes with antimicrobial agents that inhibit bacterial adhesion and proliferation acting as adjuvants of systemically administered antibiotics.

The general objective of this work is to contribute to the prevention of VAP through the functionalization of the internal and external surfaces of the endotracheal tube used in mechanical ventilation. The modification is carried out by depositing a thin film of biocompatible and biodegradable hydrogels loaded with antibiotics and non-conventional antimicrobial agents (silver nanoparticles, AgNPs) to inhibit the formation of bacterial biofilms generating NAV. Hydrogels provide spatial and temporal control over the release of therapeutic agents due to their controllable degradability and ability to protect labile drugs. In addition, higher antibiotic local concentration than those obtained by systemic administration can be reached. To achieve these objectives, the synthesis of a hydrogel based on polyethylene glycol which is capable of strongly adhere to the polyvinyl chloride surface of the endotracheal tube has been optimized. It was possible to cover the surface of the tube with the hydrogel, which showed good mechanical stability for both the dehydrated hydrogel and the hydrated one. Different routes of incorporation of antimicrobial agents were investigated, finding that the most suitable is the addition of these agents to the precursor polymer of the hydrogel. Hydrogels loaded with AgNPs have similar

adhesion and stability to the unloaded hydrogels. Experiments are being carried out to determine the antimicrobial capacity of these modified surfaces.

Keywords: pneumonia; mechanical ventilation; hydrogels; biofilms; antimicrobial

Novedad u originalidad local en el conocimiento

El proyecto tiene como objetivo general contribuir a la prevención de la neumonía asociada a la ventilación mecánica por medio de la funcionalización de las superficies interna y externa del tubo endotraqueal empleado en la ventilación mecánica. Esta funcionalización se realizará mediante el depósito de una fina película de hidrogeles biocompatibles y biodegradables cargados con agentes antimicrobianos para combatir la formación de biofilms bacterianos que generan la NAV. Para el desarrollo y diseño de los tubos endotraqueales modificados deben tenerse en cuenta varios factores: i) Duración de la terapia, como mínimo una semana para evitar las infecciones primarias que ocurren dentro de los 4 días de entubación para ventilación mecánica y las de inicio tardío que aparecen después de los 5 días aproximadamente, relacionada a bacterias multirresistentes; ii) Soportar el esfuerzo mecánico del proceso de entubación y iii) No modificar el diámetro del tubo endotraqueal para permitir el normal funcionamiento de los procesos de aspiración de fluidos biológicos.

La propuesta es innovadora ya que no existen en el país tubos endotraqueales modificados para prevenir y/o tratar la NAV mediante la administración local de

agentes antimicrobianos. El uso de hidrogeles cargados con agentes terapéuticos, particularmente antimicrobianos, constituye una estrategia que permite controlar espacial y temporalmente la liberación de dichos agentes terapéuticos, debido a las propiedades físicas sintonizables de los hidrogeles, su degradabilidad controlable y su capacidad para proteger a los medicamentos lábiles.

Grado de relevancia

Es de público conocimiento que, en diciembre de 2019, la ciudad de Wuhan, capital de la provincia de Hubei en China, se convirtió en el centro de un brote de neumonía de causa desconocida. Para el 7 de enero de 2020, los científicos chinos habían aislado un nuevo coronavirus, el coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV-2; anteriormente conocido como 2019-nCoV), que se designó enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) en febrero de 2020 (Huang et al, 2020; Zhou et al, 2020).

El espectro clínico de la infección por SARS-CoV-2 parece ser amplio, abarcando infección asintomática, enfermedad leve del tracto respiratorio superior y neumonía viral grave con insuficiencia respiratoria e incluso la muerte. Entre los factores identificados como más relevantes, la sepsis fue la complicación más observada, seguida de insuficiencia respiratoria, insuficiencia cardíaca y shock séptico. La mitad de los no sobrevivientes experimentaron infección secundaria y

neumonía asociada al ventilador que ocurrió en diez (31%) de 32 pacientes que requirieron ventilación mecánica invasiva (Zhou et al, 2020).

A pesar de las condiciones de asepsia de los hospitales, entre las infecciones hospitalarias más comunes se encuentran la neumonía adquirida en el hospital (HAP) y la neumonía asociada a la ventilación (NAV), (<https://www.who.int/infection-prevention/publications/decontamination/en/>). HAP se define como una neumonía que no se incubó en el momento del ingreso al hospital y que ocurre 48 horas o más después del ingreso y NAV se define como una neumonía que ocurre 48 horas después de una intubación endotraqueal (Kalil et al, 2016; Kalanuria et al, 2014). La mortalidad asociada con NAV varía del 24 al 76 %, y es aún mayor entre los pacientes críticos (Charles et al, 2014). NAV aumenta la estadía del paciente en la UCI e indirectamente aumenta el costo del tratamiento del paciente. Según el momento de inicio de NAV, se puede dividir en dos tipos. La NAV de inicio temprano ocurre durante los primeros cuatro días de ventilación mecánica y generalmente es causada por bacterias sensibles a los antibióticos. La NAV de inicio tardío se desarrolla cinco o más días después del inicio de la ventilación mecánica y es causada por patógenos resistentes a múltiples fármacos. El diagnóstico temprano de NAV, así como la aplicación de una terapia adecuada con antimicrobianos convencionales y/o alternativos puede reducir la incidencia y prevalencia de neumonía provocada por microorganismos multirresistentes (Charles et al, 2014).

Grado de pertinencia

La NAV ocurre en pacientes que son ventilados por un tubo endotraqueal o por traqueotomía. La neumonía es una respuesta del huésped a la invasión bacteriana. La fisiología normal del sistema respiratorio es eliminar las secreciones de la laringe y la faringe, ya sea por acción mucociliar o reflejo de la tos. Los pacientes con ventilación mecánica están inconscientes y no hay eliminación de las secreciones, generando un aumento en la flora oral normal del paciente. Estos colonizadores pasan a lo largo del tubo traqueal formando biofilms en la parte interna y externa del mismo particularmente en la región cercana al bulbo. Finalmente, estos microorganismos son capaces de alcanzar las vías aéreas distales superando la respuesta inmune del huésped y generando neumonía. También contribuyen a la NAV el contenido del estómago, los circuitos del ventilador, los humidificadores y los nebulizadores (Miller, 2018; Charles et al, 2014; Hooven et al, 2019) (Figura 1). Los organismos asociados a la NAV y sus patrones de resistencia varían según el grupo de pacientes y el entorno hospitalario. El tratamiento actual de NAV es la administración apropiada de antibióticos intravenosos, siendo especialmente importante cuando la bacteria es multirresistente. La prevención de NAV incluye medidas estándares de cuidado para todas las infecciones y otras específicas para la intervención de ventilación (Charles et al, 2014; Weiss et al, 2017; Kollef et al, 2017). El desarrollo propuesto implica disminuir la incidencia de NAV mediante la funcionalización de las paredes del tubo con agentes antimicrobianos, los que

afectarían la adhesión bacteriana, primer paso para la colonización y formación del biofilm. Asimismo, la inclusión en el hidrogel de antimicrobianos no convencionales, como las nanopartículas de plata, en conjunto con antibióticos apropiados permitirá mitigar el efecto de la resistencia a los antibióticos.

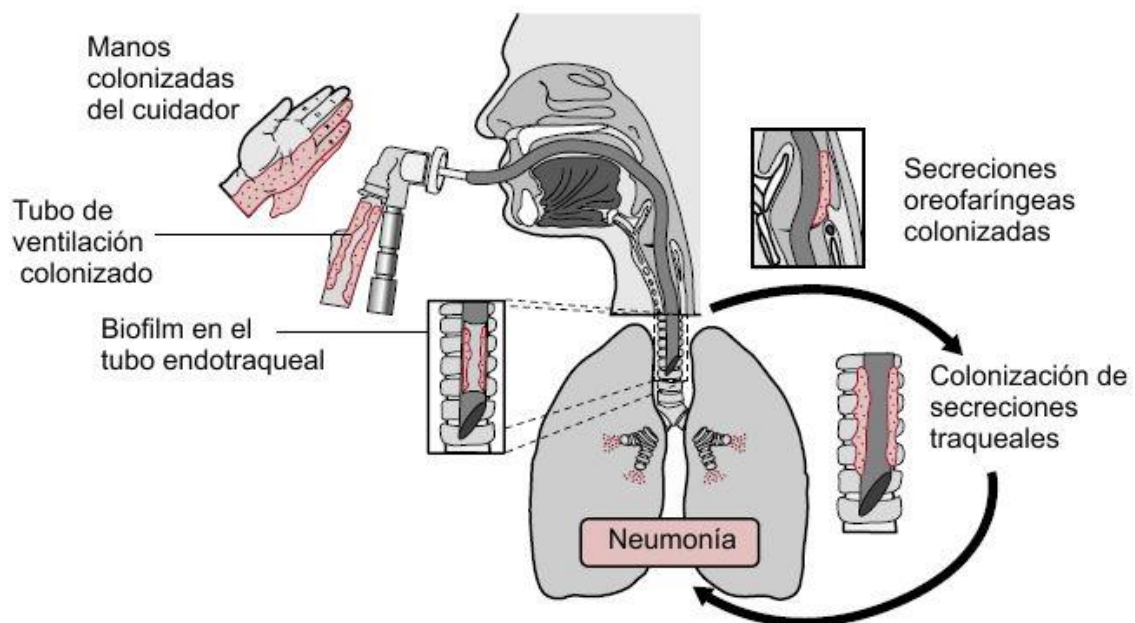


Figura 1. La colonización de la vía aérea superior puede originarse en las manos del personal de atención médica, equipo de ventilación, secreciones orofaríngeas o una biopelícula dentro del tubo endotraqueal. Los organismos patógenos se diseminan hacia la tráquea, donde la población se expande y desciende a las vías respiratorias causando neumonía. Figura adaptada de Kollef et al, 2017.

Figure 1. Colonization of the upper airway may originate from the hands of healthcare personnel, ventilation equipment, oropharyngeal secretions or a biofilm within the endotracheal tube. The pathogenic organisms spread into the trachea, where the population expands and descends into the airways causing pneumonia. Figure adapted from Kollef et al, 2017.

Grado de demanda

La NAV ha sido identificada por la Organización Mundial de la Salud (World Health Organization, 2010) como una prioridad a vigilar en el contexto de las infecciones frecuentes con gran efecto en la mortalidad, la morbilidad, los costos (por ejemplo, más días de hospitalización, mayores costos de tratamiento) y que pueden ser evitables. Actualmente, el Ministerio de Salud propone en casos de “Neumonía grave en paciente definido como caso sospechoso o confirmado de COVID-19”: 1) Tratamiento de sostén, 2) Tratamiento antimicrobiano habitual de neumonía, entre otras recomendaciones luego de la ventilación asistida, (<https://www.argentina.gob.ar/salud/coronavirus-COVID-19/abordaje-terapeutico>) y protocolo de intubación orotraqueal en pacientes COVID-19 positivos (<https://www.argentina.gob.ar/recomendaciones-para-equipos-de-salud/manejo-de-pacientes-ventilados-bioseguridad>).

El desarrollo exitoso de esta propuesta brindará una alternativa de tratamiento para mitigar los efectos producidos por la intubación asociada a la respiración mecánica.

Desarrollo del producto

Se describen a continuación los avances del proyecto y algunos resultados preliminares.

Como sustrato a modificar se utilizaron muestras de cloruro de polivinilo (PVC) extraídas de un tubo endotraqueal comercial. Para realizar el recubrimiento se ha

optimizado la síntesis de un hidrogel a base de polietilenglicol (PEG), biocompatible y biodegradable. Para esto se adaptó la metodología descrita por Gyawali et al (2013) (Figura 2).

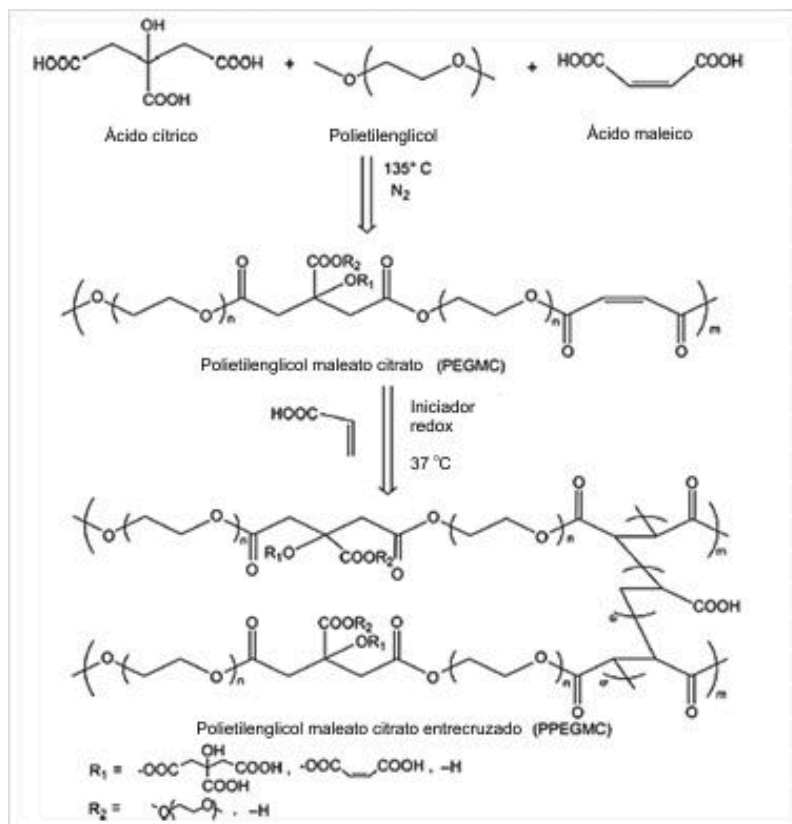


Figura 2. Ruta de síntesis del hidrogel. Figura adaptada de Gyawali et al, 2010.

Figure 2. Hydrogel synthesis pathway. Adapted from Gyawali et al, 2010.

En primer lugar, se sintetiza el prepolímero polietilenglicol maleato citrato (PEGMC) por medio de una reacción de condensación de ácido cítrico (AC), polietilenglicol (PEG) y ácido maleico (AM). En una segunda etapa se realiza el entrecruzamiento del PEGMC para formar el hidrogel PPEGMC por iniciación redox usando persulfato de

amonio (APS) como catalizador, tetrametil-etilen-diamina (TEMED) como iniciador y ácido acrílico (AA) como entrecruzador. Se ensayó la relación molar de AM en el polímero precursor PEGMC y la relación de AA en la formación del hidrogel para encontrar la condición óptima de fluidez.

Una vez encontradas las condiciones óptimas de síntesis, se depositó una delgada capa del hidrogel sobre la superficie de PVC mediante la inmersión de las muestras durante 30 minutos o 60 minutos en la mezcla de reacción (prepolímero + entrecruzador) a 37 C. Los sustratos así modificados se colocaron en estufa a 37 C durante 24 h y se secaron al vacío. Mediante este procedimiento se logró el anclaje del hidrogel a la superficie sin que se observen desprendimientos macroscópicos evidentes del mismo. Las superficies de PVC modificadas con el hidrogel se analizaron mediante microscopía de fuerzas atómicas (AFM) (Figura 3). Se observa que la película del hidrogel obtenida a 30 min de inmersión cubre parcialmente la superficie de la muestra, generándose islas de espesores variables (entre 65 nm y 130 nm, Figura 3c). En el caso de los sustratos modificados luego de 60 minutos de inmersión, pareciera que el hidrogel cubre la superficie más homogéneamente. Las muestras modificadas se sometieron a fricción, encontrándose que no sufren modificaciones, tal como lo indican las imágenes AFM, similares antes y después del tratamiento mecánico.

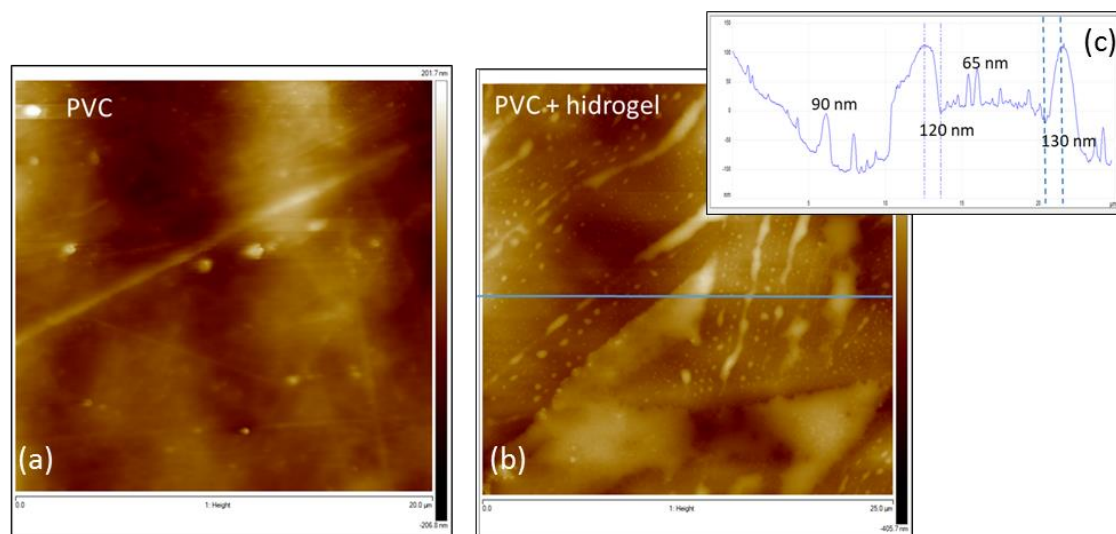


Figura 3. Imágenes AFM (20 μm x 20 μm) de una superficie de PVC (a) y de una superficie modificada con el hidrogel (30 min de inmersión) (b). (c) Sección transversal a lo largo de la línea celeste en la imagen (b) mostrando la altura de la capa de hidrogel.

Figure 3. AFM images (20 μm x 20 μm) of (a) PVC surface and (b) hydrogel-modified PVC surface (30 min immersion). (c) Cross section along the light blue line in (b) showing the height of the hydrogel layer.

Una vez optimizada la síntesis del hidrogel y el protocolo para la modificación superficial, se buscó la metodología adecuada para incorporar a la matriz del hidrogel nanopartículas de plata (AgNPs) como agente antimicrobiano. Los ensayos preliminares indican que el agregado de las mismas a la solución del prepolímero no alteraría la adhesión a la superficie de PVC, aunque disminuiría el tiempo de polimerización.

Asimismo, se realizaron ensayos de adhesión bacteriana sobre superficies modificadas con el hidrogel y con el hidrogel conteniendo AgNPs. Para esto, las muestras se pusieron en contacto con un césped de *Staphylococcus aureus* durante

24 h para permitir la adhesión bacteriana. Luego se enjuagaron las muestras con agua estéril, se tiñeron con SYTO-9 y se analizaron mediante microscopía confocal utilizando un filtro adecuado para detectar las bacterias adheridas a la superficie. Como control se utilizó una superficie de PVC sin modificar. Los resultados preliminares (Figura 4) muestran una menor adhesión bacteriana a la superficie modificada con el hidrogel conteniendo AgNPs.

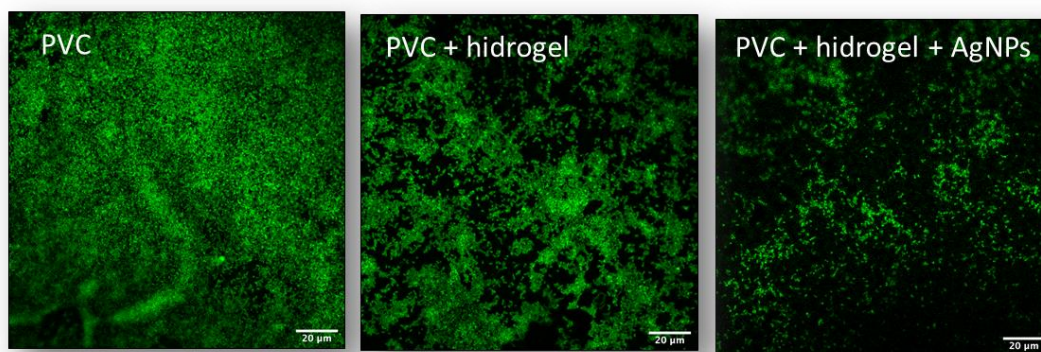


Figura 4. Imágenes de microscopía confocal de *Staphylococcus aureus* adheridos a superficies de PVC, PVC modificado con el hidrogel y PVC modificado con el hidrogel al que se le han incorporado AgNPs.

Figure 4. Confocal microscopy images of *Staphylococcus aureus* adhered on PVC surface, hidrogel-modified PVC and AgNPs-containing hidrogel modified PVC.

Financiamiento

Este desarrollo es financiado mediante el Programa de Articulación y Fortalecimiento Federal de las Capacidades en Ciencia y Tecnología COVID-19, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, Argentina (2020).

Agradecimientos

Integrantes del Proyecto: Diego Pissinis (Director), Patricia Schilardi, Carolina Diaz, Fiorela Ghilini, Irene Sille, María Noel Urrutia, Alejandro Miñan, Sofía Mosqueira, Sofía Guerin Stabile, Julián Broitman, Natalia Fagali, Mónica Fernández Lorenzo de Mele.

Referencias bibliográficas

Charles, M. P., Kali, A., Easow, J. M., Joseph, N. M., Ravishankar, M., Srinivasan, S., Kumar, S., & Umadevi, S. (2014). Ventilator-associated pneumonia. *The Australasian medical journal*, 7(8), 334–344. <https://doi.org/10.4066/AMJ.2014.2105>

Gyawali, D., Nair, P., Kim, H. K., & Yang, J. (2013). Citrate-based Biodegradable Injectable hydrogel Composites for Orthopedic Applications. *Biomaterials science*, 1(1), 52–64. <https://doi.org/10.1039/C2BM00026A>

Gyawali, D., Nair, P., Zhang, Y., Tran, R. T., Zhang, C., Samchukov, M., Makarov, M., Kim, H. K., & Yang, J. (2010). Citric acid-derived in situ crosslinkable biodegradable polymers for cell delivery. *Biomaterials*, 31(34), 9092–9105. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2010.08.022>

Hooven, T. A. y Polin, R.A. (2019) CHAPTER 8 Ventilator-Associated Pneumonia, Editor: Eduardo Bancalari, *The Newborn Lung* (Third Edition), Elsevier Inc, 147-159. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-54605-8.00008-8>

Huang, C., Wang, Y., Li, X., Ren, L., Zhao, J., Hu, Y., Zhang, L., Fan, G., Xu, J., Gu, X., Cheng, Z., Yu, T., Xia, J., Wei, Y., Wu, W., Xie, X., Yin, W., Li, H., Liu, M., Xiao, Y., ... Cao, B. (2020). Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*, 395 (10223), 497–506. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5)

Kalanuria, A. A., Ziai, W., & Mirski, M. (2014). Ventilator-associated pneumonia in the ICU. *Critical care (London, England)*, 18(2), 208. <https://doi.org/10.1186/cc13775>

Kalil, A. C., Metersky, M. L., Klompas, M., Muscedere, J., Sweeney, D. A., Palmer, L. B., Napolitano, L. M., O'Grady, N. P., Bartlett, J. G., Carratalà, J., El Solh, A. A., Ewig, S., Fey, P. D., File, T. M., Jr, Restrepo, M. I., Roberts, J. A., Waterer, G. W., Cruse, P., Knight, S. L., & Brozek, J. L. (2016). Management of Adults With Hospital-acquired and Ventilator-associated Pneumonia: 2016 Clinical Practice Guidelines by the Infectious Diseases Society of America and the American Thoracic Society. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 63(5), e61–e111. <https://doi.org/10.1093/cid/ciw353>

Kollef, M. H., & Burnham, C. D. (2017). Ventilator-Associated Pneumonia: The Role of Emerging Diagnostic Technologies. *Seminars in respiratory and critical care medicine*, 38(3), 253–263. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1599224>

Miller, F. (2018). Ventilator Associated Pneumonia. *Intensive Care Tutorial* 382, 1–6. https://www.wfsahq.org/components/com_virtual_library/media/5e63c8f14e8a46c186bb0f73eafa2950-atow-382-00-01.pdf

Weiss, E., Essaied, W., Adrie, C., Zahar, J. R., & Timsit, J. F. (2017). Treatment of severe hospital-acquired and ventilator-associated pneumonia: a systematic review of inclusion and judgment criteria used in randomized controlled trials. *Critical care (London, England)*, 21(1), 162. <https://doi.org/10.1186/s13054-017-1755-5>

World Health Organization. (2002) Prevention of Hospital-Acquired Infections: A Practical Guide, 2nd ed.; G. Ducel, J. F. and L. N., Ed.; Geneva, Switzerland.

Zhou, F., Yu, T., Du, R., Fan, G., Liu, Y., Liu, Z., Xiang, J., Wang, Y., Song, B., Gu, X., Guan, L., Wei, Y., Li, H., Wu, X., Xu, J., Tu, S., Zhang, Y., Chen, H., & Cao, B. (2020). Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *Lancet (London, England)*, 395(10229), 1054–1062. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30566-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30566-3)

Respirador mecánico de emergencia

Facundo Pasquevich ^{1,2}; Alejandro Patanella ¹, Guillermo Garaventa¹, Marcos Actis ¹

¹ Centro Tecnológico Aeroespacial - Grupo de Ensayos Mecánicos Aplicados, Facultad de Ingeniería – UNLP; ² facundo.pasquevich@ing.unlp.edu.ar

Resumen. El escenario observado en diferentes países indica que la posible saturación del sistema de salud y la consecuente falta de respiradores para pacientes graves con patología COVID-19, representa un aumento directo en el grado de mortalidad de la enfermedad. El respirador mecánico de emergencia busca establecer un medio de ventilación mecánica que permite proveer presión positiva de ventilación pulmonar a pacientes que no pueden respirar o que tienen problemas para respirar por su propia cuenta. Este sistema sirve para asistir a pacientes en condiciones de emergencia médica grave. Logrando un soporte temporario, mientras se consigue estabilizar al paciente y derivarlo a un respirador mecánico avanzado que permite controlar más variables médicas y el adecuado tratamiento terapéutico.

El objetivo general es el diseño de un respirador mecánico de presión regulada y volumen controlado (PRVC) a partir de la automatización del uso de un respirador manual o resucitador tipo AMBU. El conjunto permite reemplazar la tarea manual realizada por el personal de salud en la operación de un resucitador AMBU por un sistema autónomo que logre la misma función temporalmente. El uso del AMBU como sistema generador de presión se basa en la necesidad de que los sistemas utilizados cuenten con la aprobación de la ANMAT, por lo que el uso de un AMBU homologado permite acortar los procesos de certificaciones.

Palabras clave: respirador; AMBU; PRVC; COVID-19

Recibido: 30/09/2020 Aceptado: 08/10/2020

DOI: <https://doi.org/10.24215/26838559e020>

Emergency ventilator

Abstract. *The scenario observed in different countries indicates against the COVID-19 Pandemic that it could be a possible saturation of the health systems and its consequent lack of respirators for severe patients with COVID-19 pathology, increasing the degree of mortality from the disease. The emergency mechanical ventilator developed wants to establish a means of mechanical ventilation to patients who cannot breathe on their own. The ventilator provides positive pressure of pulmonary ventilation to COVID-19 patients. This system is used to assist patients in serious medical emergency conditions, achieving temporary support, while stabilizing the patient and then transfer him to an advanced mechanical ventilator that allows controlling more medical variables and to give him adequate therapeutic treatment.*

The general objective of the development is the design a regulated pressure and volume controlled mechanical respirator (PRVC) based on the automation of a manual respirator or AMBU type resuscitator. This equipment can replace the manual task performed by health personnel in the operation of an AMBU resuscitator by an autonomous system that can temporarily achieve the same function. The use of the AMBU, as a pressure generating system, is based in using ANMAT approved equipment, so this will lead in a shorten certification process.

Keywords: ventilator; AMBU, PRVC, COVID-19

Novedad u originalidad local en el conocimiento

El principal aspecto innovador de este desarrollo es la automatización del accionamiento de un insumo sumamente común en instalaciones sanitarias como es una bolsa AMBU. Generalmente, el AMBU requiere indefectiblemente que una persona lo accione periódicamente, generando así la presión positiva que insufla los pulmones. Esta acción carece de control, más allá de la propia experiencia del usuario. La automatización planteada en este desarrollo, en conjunción con el sistema de control, permite mejorar y optimizar la utilización de respiradores

manuales. El hecho de que se puedan establecer las variables de la mecánica respiratoria adecuadas para diferentes pacientes, aumenta la eficacia del AMBU. Asimismo, al contar con un sistema de control retroalimentado, una vez establecidas las características de la mecánica respiratoria necesarias, el sistema se reajusta a las condiciones cambiantes del paciente, respetando siempre las condiciones prefijadas y evitando sobrepresiones o efectos no deseados que puedan dañar el sistema respiratorio. A su vez, al contar con pantallas de visualización, el personal de salud puede observar en tiempo real las lecturas de las variables sensadas, aspecto que es imposible en la utilización que comúnmente se le da al AMBU.

Gracias a que el AMBU toma aire del ambiente, no requiere una instalación de aire comprimido para su funcionamiento. A su vez, permite el agregado de oxígeno, utilizando algún tipo de depósito para el gas y luego conectándolo al respirador. Estos aspectos permiten que el respirador pueda ser utilizado en tiendas de campaña, sin grandes necesidades de infraestructura.

Grado de relevancia

En una primera instancia, el respirador mecánico de emergencia tiene como objetivo principal atenuar una posible saturación del sistema de salud en lo relacionado con soportes de ventilación artificial para pacientes.

Si bien este sistema no pretende sustituir completamente a un respirador convencional, este desarrollo busca salvar vidas, dándole una oportunidad adicional a los pacientes graves de COVID-19 que no cuentan con un soporte de ventilación mecánica convencional.

Aunque el respirador mecánico desarrollado posee menores cualidades a los respiradores encontrados comúnmente en salas de terapia intensiva, su utilización permitiría extender la ventilación del paciente en forma básica pero regulada hasta que se logre conectarlo a un respirador mecánico avanzado que permita controlar más variables médicas y logre el adecuado tratamiento terapéutico.

En segunda instancia y como un desarrollo a futuro, este respirador se podría aplicar para el traslado de pacientes desde zonas rurales o alejadas de centros médicos hacia las instalaciones sanitarias correspondientes. Esto se lograría, gracias a que su diseño contempla que el conjunto sea autónomo y se encuentre acotado en una pequeña caja donde se alojan todos sus componentes, salvo el suministro externo de oxígeno. A su vez, gracias a sus baterías, el sistema puede funcionar de forma segura durante 24 horas, por lo que adquiere gran relevancia en su uso en zonas alejadas.

Grado de pertinencia

Considerando la emergencia sanitaria por la que transita tanto nuestro país como el mundo, existe una diversidad de equipos constituidos por profesionales con

iniciativas para llevar a cabo el armado de dispositivos de asistencia a pacientes afectados por COVID-19, habida cuenta de una eventual ausencia de respiradores mecánicos convencionales que impida la correcta atención de personas en situación de riesgo.

Tanto en el diseño mecánico como en el electrónico del respirador, se hizo especial hincapié en que los componentes e insumos a utilizar sean, en la medida de lo posible, productos disponibles en el mercado local.

Actualmente, el respirador mecánico de emergencia se encuentra en etapa de ensayo. Esta fase es de suma importancia porque el sistema servirá de soporte de vida a pacientes. Por lo tanto, cada uno de sus componentes y luego el conjunto ensamblado, debe superar diversos ensayos de funcionamiento, durabilidad y confiabilidad.

Grado de demanda

El desarrollo del respirador mecánico de emergencia fue presentado a la convocatoria realizada por la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación, a principios de abril de 2020, en concordancia con el inicio de la fase del aislamiento social preventivo y obligatorio en nuestro país. A esta convocatoria se presentaron más de 700 proyectos de diferentes índoles, todos apuntados a dar soluciones a la pandemia COVID-19. Luego de ser evaluados, el respirador logró obtener financiamiento junto con otros

53 proyectos (https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/covid-19_-_ce_-_ip_adjudicados.pdf).

Una vez conocida la adjudicación, diferentes portales y medios de comunicación se hicieron eco de la noticia, poniendo de manifiesto el interés de la sociedad en este desarrollo.

Estos medios realizaron algunas de las siguientes notas:

- <https://www.pagina12.com.ar/263135-unidad-coronavirus-los-proyectos-seleccionados-de-la-convoca>
- https://www.ing.unlp.edu.ar/articulo/2020/5/5/ingenieros_de_la_unlp_avanzan_en_el_desarrollo_de_un_novedoso_respirador_mecanico_de_emergencia
- <https://www.0221.com.ar/nota/2020-5-5-16-47-0-desarrollan-en-la-unlp-un-novedoso-respirador-mecanico-de-emergencia-por-el-covid-19>
- <https://diariociudadcapital.com/la-unlp-fue-seleccionada-para-desarrollar-un-respirador-mecanico-de-emergencia/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=v1jbULI6Nbo>
- <https://www.infoplatense.com.ar/nota/2020-5-6-10-37-0-ingenieros-de-la-unlp-desarrollan-un-respirador-mecanico-de-emergencia>
- <https://elcactus.com.ar/2020/05/ingenieros-de-la-unlp-avanzan-en-el-desarrollo-de-un-novedoso-respirador-mecanico-de-emergencia/>
- <http://agenhoy.com.ar/en-la-unlp-avanzan-en-el-desarrollo-de-un-novedoso-respirador-mecanico/>

- <https://www.telam.com.ar/notas/202005/459957-respirador-mecanico-de-emergencia-la-plata-coronavirus-salud.html>
- https://elteclado.com.ar/nota/8563/tres_cientificos_de_la_unlp_fueron_elegidos_para_financiar_sus_investigaciones_sobre_covid_19/
- <https://www.tiemposur.com.ar/nota/tres-cientificos-de-la-unlp-elegidos-para-financiar-sus-investigaciones-sobre-covid19>
- <http://www.andigital.com.ar/interes-general/item/85215-la-universidad-publica-avanza-en-el-desarrollo-de-un-novedoso-respirador-mecanico-de-emergencia>
- <https://www.eldia.com/nota/2020-5-3-6-12-36-platenses-entre-los-cientificos-a-los-que-financiaran-estudios-informacion-general>
- <https://www.grupolaprovincia.com/sociedad/avanzan-con-un-respirador-mecanico-de-emergencia-que-descomprimira-tarea-medica-ante-el-coronavirus-489173>

Es importante remarcar que al interés mostrado por estos medios de comunicación hay que sumarle el acompañamiento y predisposición por parte de entidades privadas, las cuales se pusieron a disposición del proyecto para poder contribuir a su realización.

Desarrollo del producto

La primera etapa para el desarrollo del respirador fue establecer los parámetros de la mecánica respiratoria que se deben cumplir para que el mismo sea funcional a

su objetivo. Para ello, el equipo de trabajo participó de diferentes reuniones con expertos médicos y recopiló diversas bibliografías donde se explicitan los parámetros requeridos específicamente para ventilar a pacientes con COVID-19. Entre estos documentos se encuentran las recomendaciones establecidas por la Sociedad Argentina de Terapia Intensiva (2020) y por la Medicines & Healthcare Products Regulatory Agency (2020) perteneciente al gobierno del Reino Unido. Como resultado de esta investigación se estableció el diseño de un respirador mecánico de emergencia de presión regulada y volumen controlado (PRVC) con los siguientes parámetros, alarmas, variables, filtros y sistemas de soporte (Hess y Kacmarek 2014; Cairo 2012; Tobin 2006; Sociedad Argentina de Terapia Intensiva 2020; Medicines & Healthcare Products Regulatory Agency 2020).

Parámetros de mecánica respiratoria:

- Presión máxima 40 cm H₂O.
- Presión nominal de funcionamiento 30 cm H₂O.
- Tiempo inspiratorio 0,6-0,8 segundos.
- PEEP entre 5-15 cm H₂O.
- Frecuencia de respiración entre 7-30 por minuto.
- Relación entre Inhalación y Exhalación I/E 1:2.
- Volumen de inhalación (Volumen Tidal): entre 150cm³ y 800cm³.
- Regulación de FiO₂ entre 60% -100%.

Alarmas:

- Desconexión del paciente.
- Presión superior a la establecida.
- Volumen de inspiración menor al establecido.
- Desconexión del equipo de la fuente de energía.

Variables a ser monitoreadas:

- Presión de inspiración.
- Presión de expiración.
- Fracción inspirada de FiO_2 .
- Control visual del funcionamiento general del equipo.

Sistemas de soporte:

- Batería para funcionamiento por 24 horas.
- Redundancia en alarmas.

Filtros:

- Filtro HMEF antes de la entrada/salida de los tubos de respiración de la boca del paciente.
- Filtros HEPA en la salida del aire expirado.

Asimismo, se definió que el comportamiento del flujo, presión y volumen durante el ciclo de respiración debe responder de la forma que se visualiza en la Figura 1.

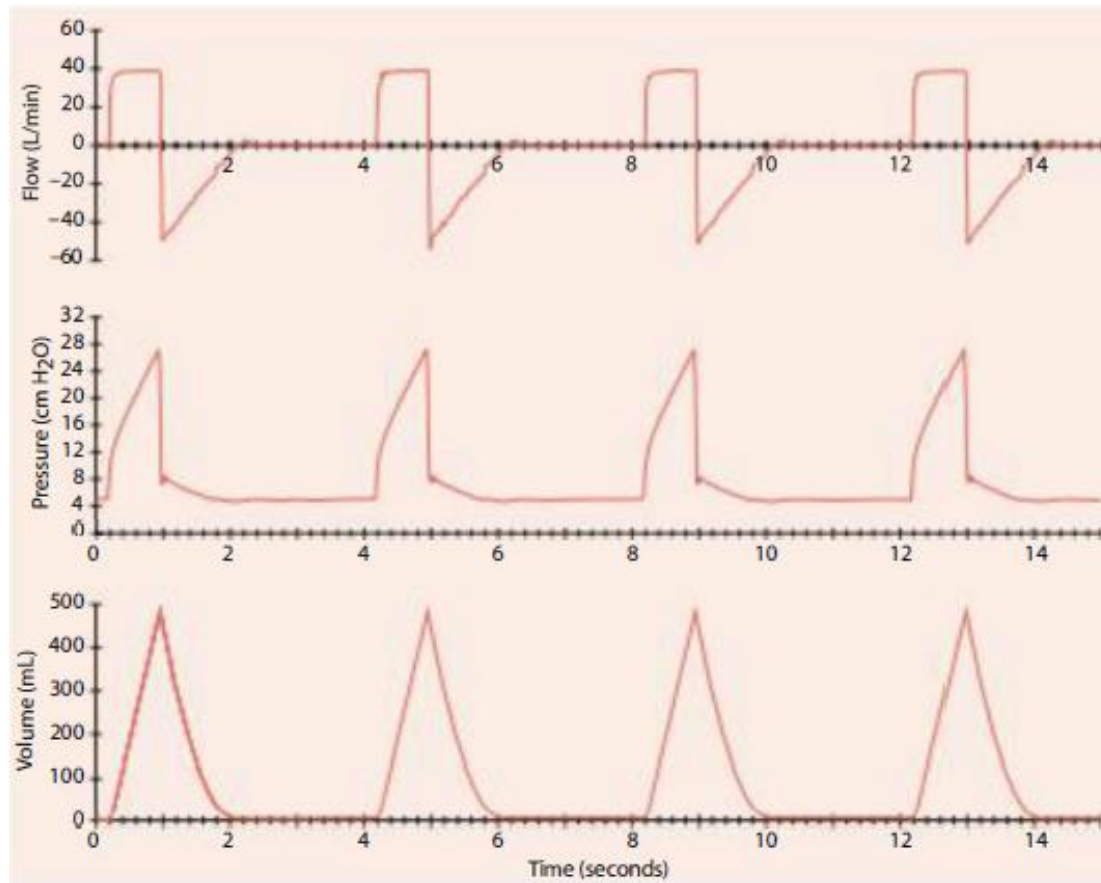


Figura 1. Curvas operacionales típicas. [1,2,3,5,6].

Figure 1. Typical operational curves. [1,2,3,5,6].

Una vez establecidas las características que se especificaron por el grupo de trabajo a la hora del diseño del respirador y considerando la rapidez con que se necesitan obtener resultados debidos a la urgencia que imprime la pandemia, se comenzó una búsqueda de proyectos similares que se estuviesen desarrollando en otras regiones, con el fin de iniciar las tareas con una base de información previamente generada. Asimismo, como parámetro de diseño, se estableció que al ser un equipo de soporte de vida y en base a la necesidad de que sus sistemas cuenten con la

aprobación de la ANMAT, el respirador debe contar con un AMBU (Artificial Manual Breathing Unit) homologado como fuente generadora de presión ya que su uso permite acortar los tiempos de certificaciones. A modo de ejemplo, en la Figura 2 se observan las bolsas AMBUs utilizadas.



Figura 2. Bolsas AMBUs utilizadas.

Figure 2. AMBUs bags used.

La investigación se centró en equipos preexistentes que tengan la factibilidad de cumplir con las especificaciones de la mecánica ventilatoria establecidas y se concluyó que la mejor opción era tomar como punto de partida al respirador de código abierto que el Massachusetts Institute of Technology estaba desarrollando, bajo el nombre de *MIT Emergency Ventilator* (MIT 2020).

Tomando como base el *MIT Emergency Ventilator* (MIT 2020), se prosiguió al diseño conceptual de nuestro respirador, el cual consiste en un mecanismo de engranajes capaz de comprimir una bolsa AMBU logrando que la presión y el volumen de

inspiración generados en su compresión sigan los parámetros de la mecánica ventilatoria determinados por el operador. Todo el conjunto se encuentra contenido en una caja metálica diseñada para ser transportada de forma manual.

El mecanismo de accionamiento consiste en dos brazos que generan la compresión simétrica del AMBU, comandados por un motorreductor que acciona una relación de engranajes. En las Figuras 3 y 4 se presenta un esquema del mecanismo y se indica con las flechas la forma de apriete del AMBU.

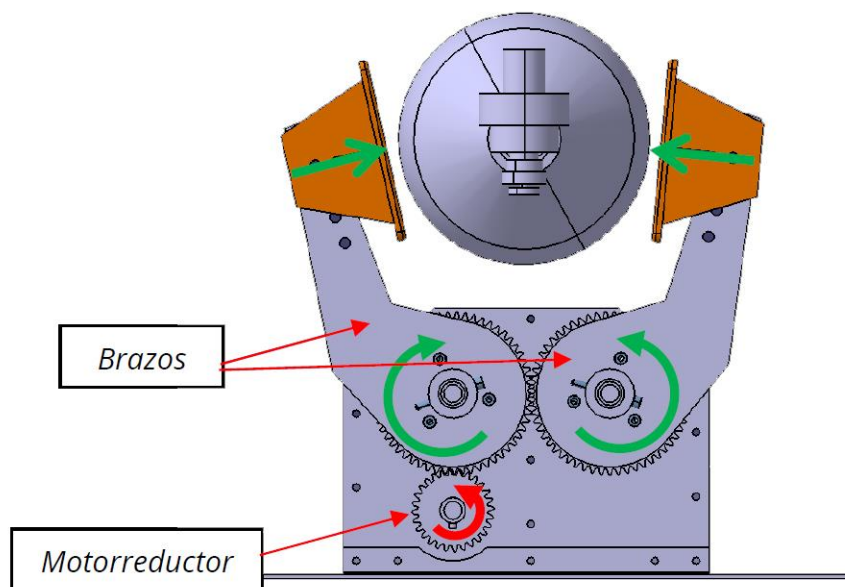


Figura 3. Mecanismo de accionamiento.

Figure 3. Drive mechanism.

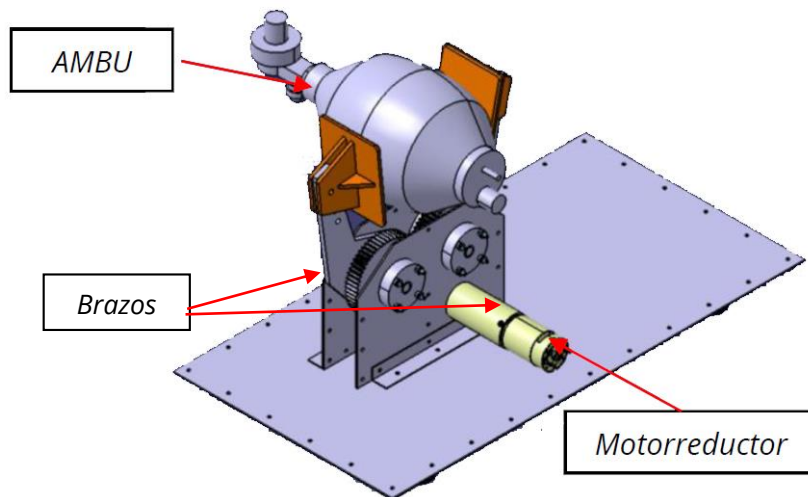


Figura 4. Vista del mecanismo de accionamiento.

Figure 4. Detail of the drive mechanism.

En cuanto al diseño electrónico del sistema de control, este se realiza a partir del uso de microprocesadores y cuenta con pantallas para monitorear las distintas variables de operación y para cambiar parámetros de uso. También, se incorporan diferentes alarmas al sistema para indicar corrimientos en los valores establecidos. Todo el conjunto posee redundancia electrónica para ser tolerante a fallas simples. A su vez, se contempla que su diseño tenga gran flexibilidad para poder ir incorporando alarmas que, según las pruebas y resultados obtenidos, necesiten ser incluidas. Este sistema presenta la posibilidad de adicionar entradas y salidas de medición y control de tal manera de poder conectarlas según cualquier necesidad futura, permitiendo así expandir el desarrollo.

En la Figura 5 se presenta la arquitectura electrónica básica del *MIT Emergency Ventilator* (MIT 2020), la cual es análoga en su esencia a la arquitectura de nuestro respirador.

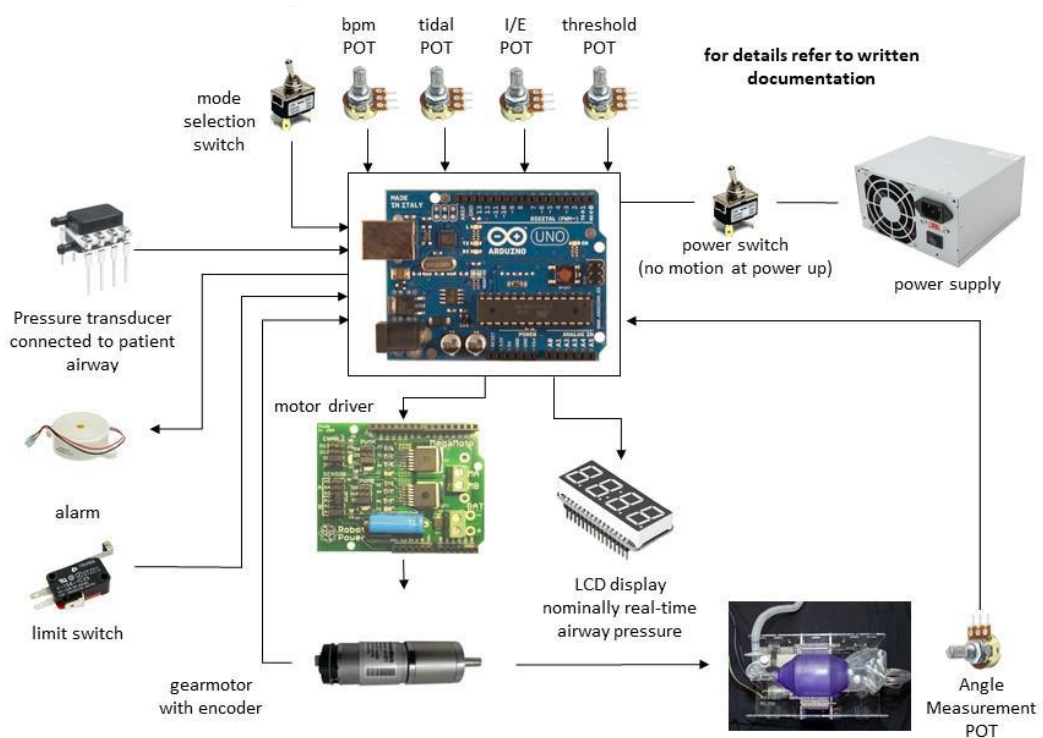


Figura 5. Arquitectura electrónica básica.

Figure 5. Basic electronic architecture.

En este esquema puede observarse los siguientes dispositivos:

1. Fuente de alimentación.
2. Placa de control de velocidad de motorreductor de Corriente Continua.
3. Motorreductor de Corriente Continua.
4. Microcontrolador.

5. Fines de carrera.
6. Potenciómetro de medición de ángulo.
7. Medidor de presión.
8. Zumbador para identificación de alarmas.
9. Display.
10. Llaves y perillas para programación, carga de datos y puesta en marcha.
11. Luz ultravioleta y sensor.

El desarrollo electrónico utiliza dos microprocesadores que tienen duplicadas las funciones de medición y control. Uno actúa como maestro y el otro como esclavo. Ambos microprocesadores están interconectados por dos líneas digitales entre sí (llamadas, líneas de vida), de tal manera que ambos conozcan la información en tiempo real de lo que está ocurriendo en cada uno de ellos y puedan verificar que el microprocesador maestro está operando correctamente. En el caso de que por las líneas de vida se reconozca una pérdida funcional del maestro, el esclavo tomará el control generando a su vez una alarma de aviso en el sistema.

Asimismo, se coloca un tercer microprocesador que es el encargado de establecer el control de un display, las comunicaciones externas, las correspondientes alarmas lumínicas y auditivas y todo aquello que no sea control y medición de las variables

respiratorias. Cada microprocesador de control y medición se comunica con este tercer microprocesador directamente.

El motorreductor no está redundado por razones de espacio por lo que es un elemento de altísima robustez de tal manera de garantizar la más alta confiabilidad. Esta manejado con un driver (puente H) individual instalado en cada sub-plaqueta de microcontrolador. Este driver puede tolerar hasta 50V y 3A de máxima, tolerando 6A de pico transitoriamente.

El motorreductor se vincula a ambos microprocesadores a través de un relé doble inversor el cual es gobernado por el microprocesador esclavo. Originalmente este relé está en su posición normal cerrado, habilitando la conexión entre el motorreductor y el microprocesador maestro. Si el maestro pierde lectura, el esclavo detecta esto y toma el control el relé direccionándolo hacia sí mismo y continuando con la operación de tal forma de seguir el ciclo respiratorio que estaba programado.

La Figura 6 es un esquema en bloques que muestra la filosofía del diseño utilizada basada en la redundancia electrónica.

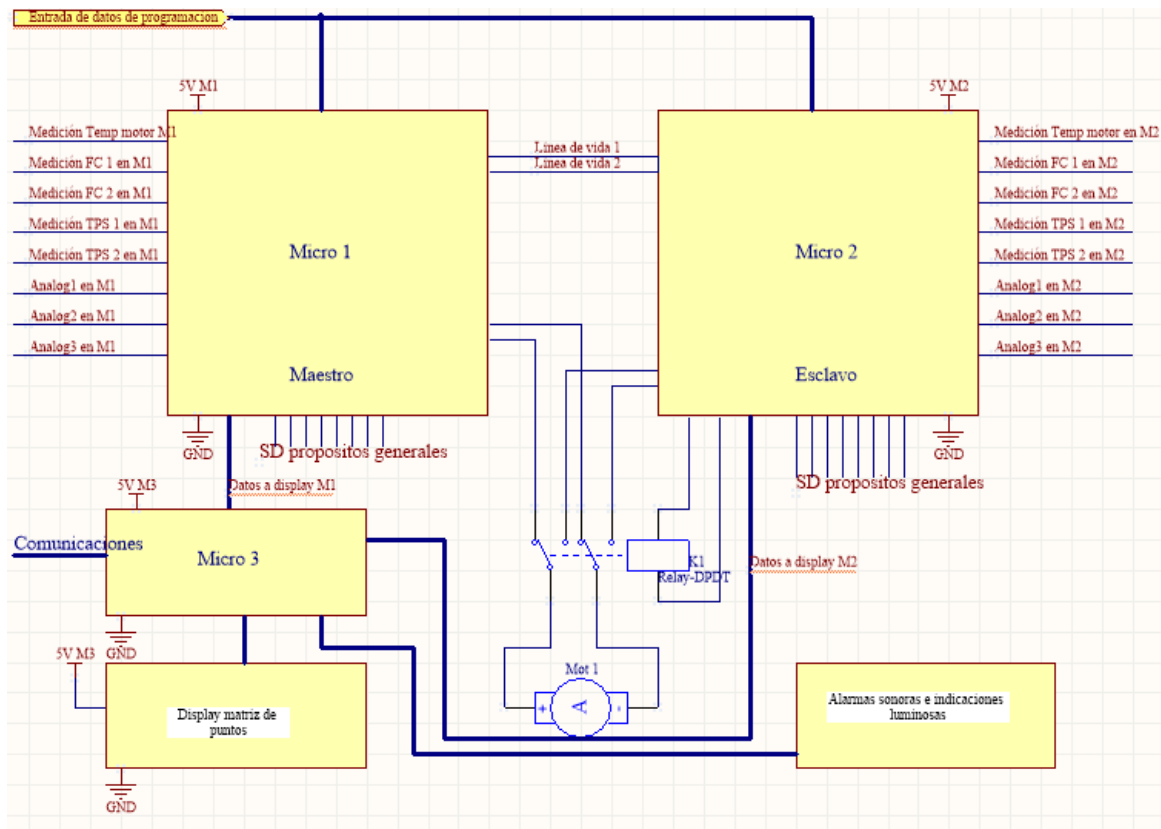


Figura 6. Esquema completo del circuito en bloques.

Figure 6. Complete circuit block diagram.

En la Figura 6 puede verse que cada microprocesador recibe los parámetros de programación simultáneamente. Para estar seguro de que cada uno tiene los mismos datos cargados es que se conectan las líneas de vida por las cuales se transfieren información, validando los procesos que están ocurriendo.

Una vez cargados y verificados los datos, una de estas líneas de vida funciona como un reloj de pulsos que le avisa al esclavo que el maestro está bajo control. Si estos pulsos se pierden, o si por alguna otra razón el AMBU no indica alguna de las

variables sensadas, el esclavo toma el poder con el objetivo de intentar recuperar la secuencia de respiración.

Tal como se especificó anteriormente, cada microprocesador se comunica con un tercero, al cual le transfieren los datos para indicarlos en un display. Además, este tercer microprocesador recibe las alarmas originadas desde el maestro y/o el esclavo y las direcciona hacia un circuito de indicaciones luminosas y sonoras. Estas alarmas son mostradas también en el display.

Una vez ensamblado el conjunto entero, se coloca adentro de una caja metálica, con una tapa superior, la cual posee un amarre para ser transportada a mano (Figura 7).

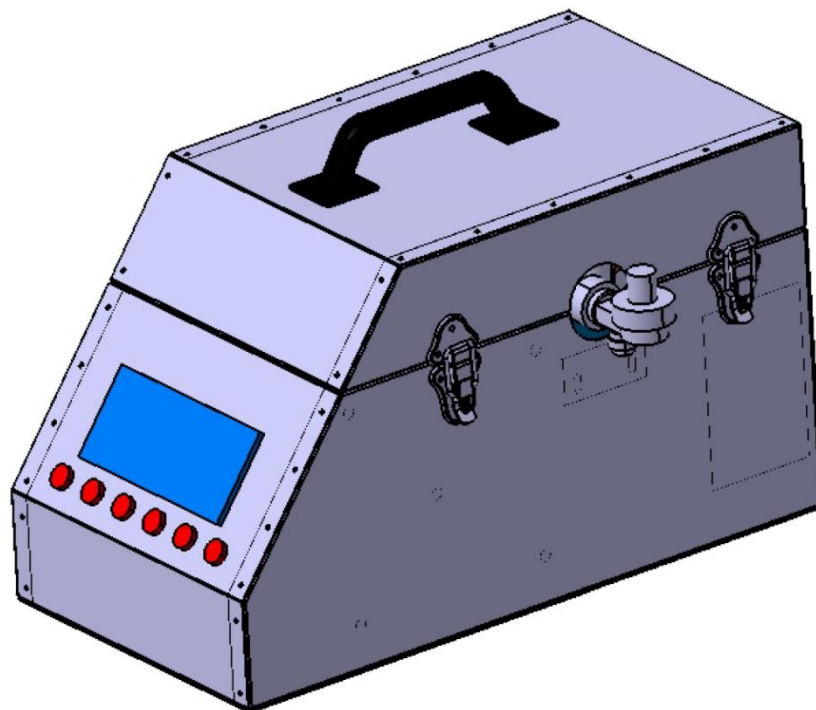


Figura 7. Respirador mecánico de emergencia.

Figure 7. Emergency ventilator.

En su frente posee un panel frontal con un display digital para poder observar distintos parámetros y cuenta con la posibilidad de incorporar diferentes botones o potenciómetros para poder modificar los parámetros de la mecánica ventilatoria. Por su parte, los paneles laterales tienen ranuras de ventilación para facilitar la circulación de aire hacia su parte posterior y refrigerar así la electrónica y el motorreductor durante la operación. Adicionalmente, la caja posee aberturas para la conexión de los componentes del AMBU.

La caja contiene la placa electrónica y batería cerca de su parte frontal, debido a que tiene que estar conectada al display y a los elementos de comando, los cuales se encuentran en el panel frontal. Mientras que en la zona central, se ubican el mecanismo de accionamiento del AMBU junto con el motorreductor. Finalmente, en su parte posterior se encuentra la fuente de alimentación (Figura 8).

Al ser el AMBU un componente que sufre desgaste luego de los sucesivos ciclos de compresión, es necesario cambiarlo periódicamente. Por tal motivo, dicha operación debe ser sencilla y rápida. En consecuencia, el AMBU se encuentra próximo a la tapa de la caja, de forma tal que al quitarla, se accede inmediatamente al mismo. A su vez, los agarres del AMBU son lo suficientemente flexibles en su diseño para poder albergar distintos tipos AMBUs provenientes de diferentes fabricantes.

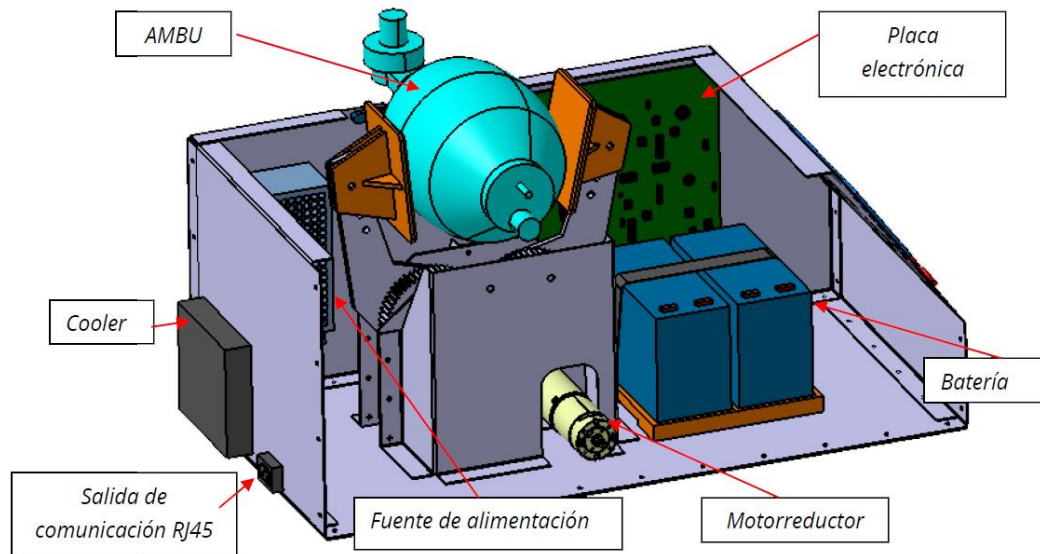


Figura 8. Interior del respirador mecánico de emergencia.

Figure 8. Inside of the emergency ventilator.

Durante el desarrollo del respirador, se efectuaron diferentes ensayos de durabilidad y funcionamiento. El primero de estos ensayos se realizó sobre una bolsa AMBU, a fin de establecer la repetibilidad de las curvas de presión generadas luego de sucesivas compresiones. Asimismo, mediante este ensayo se obtuvieron conclusiones respecto de la vida útil de la bolsa y del desgaste del material.

El ensayo se planteó estableciendo la peor condición de funcionamiento. Con lo cual, la frecuencia de accionamiento fue de 30 veces por minuto, es decir, la máxima establecida por los organismos de salud para pacientes con patología COVID-19.

Durante dicho ensayo, la boquilla de la salida de aire del AMBU se encuentra regulada de tal forma que la apertura se produce únicamente cuando la presión en el interior del AMBU es mayor a 40 cm de columna de H₂O. Este limitante se establece considerando que el límite de presión superior para estos pacientes es, precisamente 40 cm de columna de H₂O. Por lo tanto, la presión en el interior del AMBU durante el accionamiento, siempre se encuentra en su valor máximo. Finalmente, se estableció el recorrido de los brazos de accionamiento en el máximo posible, es decir, cuando los dos brazos alcanzan el centro del AMBU. Esta condición establece el máximo volumen de inspiración logrado para este conjunto de brazos con sus características geométricas particulares. Por lo tanto, el ensayo se realizó en las peores condiciones, máximo volumen y máxima presión.

En las Figuras 9 y 10 se presentan los dispositivos del ensayo. Se puede observar el AMBU y los dos brazos de accionamiento.

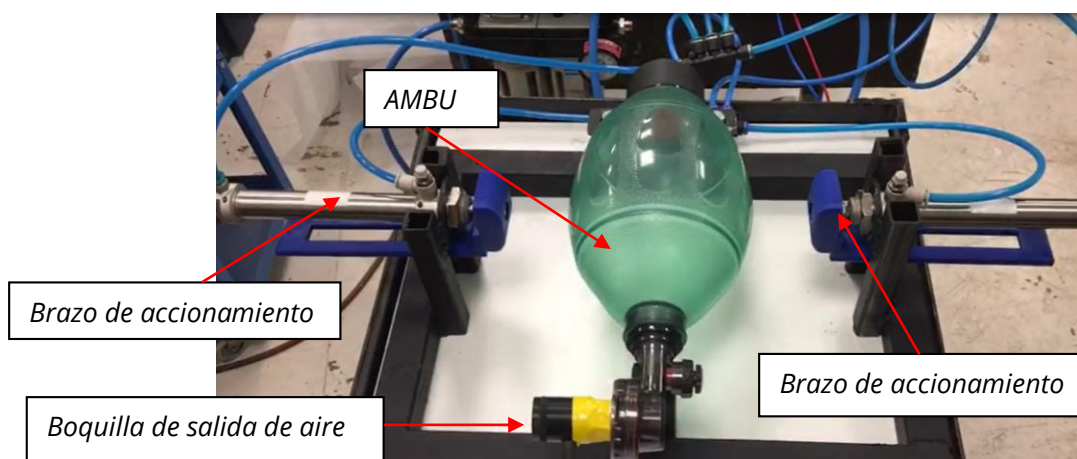


Figura 9. AMBU (relajado) en dispositivo de caracterización.

Figure 9. AMBU (unpressed) in characterization device.

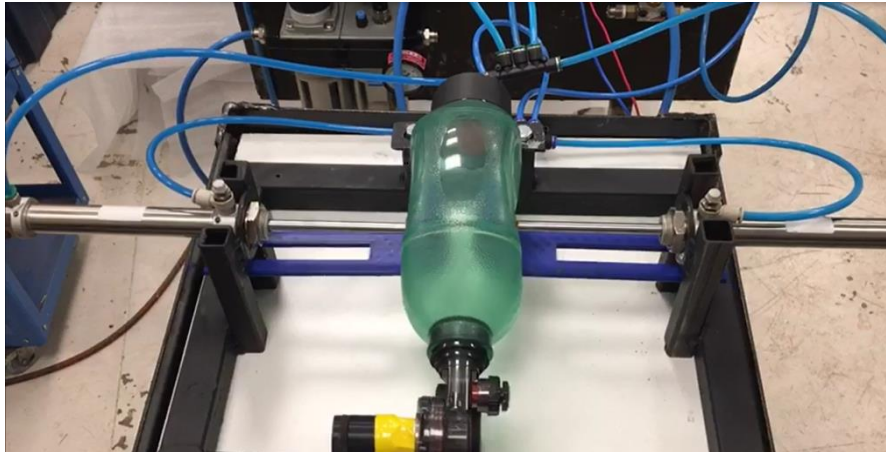


Figura 10. AMBU (apretado) en dispositivo de caracterización.

Figure 10. AMBU (pressed) on characterization device.

En la Figura 11 se presentan las curvas de presión obtenidas en la boquilla del AMBU registradas durante el ensayo. Se puede observar que la presión promedio durante el accionamiento del mismo se encuentra siempre cercana a los 4250 Pa (42,5 cm de columna de H₂O)

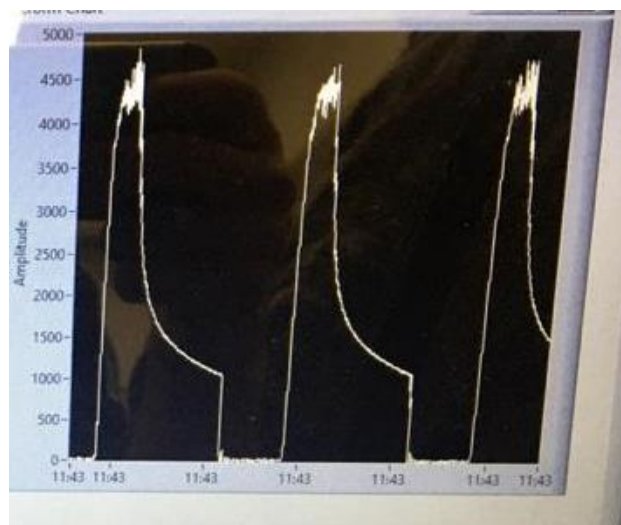


Figura 11. Curva de presión en un ciclo.

Figure 11. Pressure curve in one cycle.

En las Figuras 12 y 13 se indican las curvas de presión obtenidas en la boquilla del AMBU para el instante inicial y para diferentes cantidades de ciclos de accionamiento. Alcanzando un máximo de 310.000 ciclos.

Se observa que hay cambios en el funcionamiento del AMBU, lo cual se refleja en las curvas de presión registradas. Si bien las curvas tienen perfiles similares, el área bajo las curvas es cada vez menor, lo que significa que el volumen expulsado disminuye a medida que aumenta la cantidad de ciclos. No obstante el cambio en el volumen expulsado, se puede observar que los valores pico son similares para las diferentes cantidades de ciclos de accionamiento.

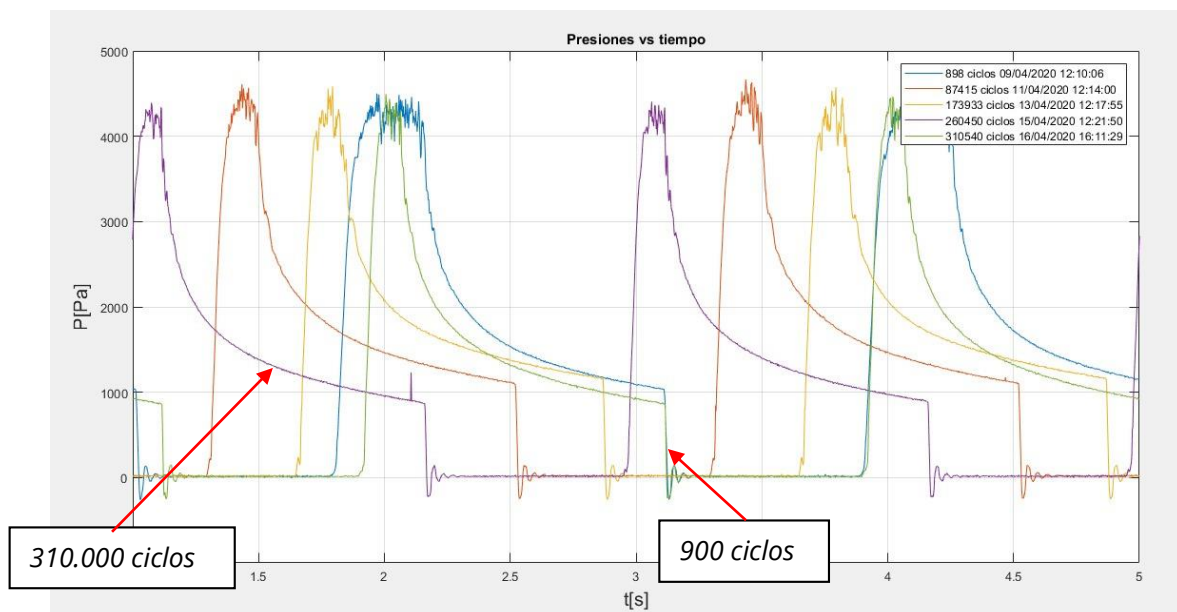


Figura 12. Curvas de presión en la boquilla de la bolsa AMBU para diferentes ciclos de accionamiento.

Figure 12. Pressure curves at the nozzle of the AMBU bag for different actuation cycles.

En la Figura 13 se detallan las curvas de presión luego de aproximadamente 900 ciclos y luego de 310.000 ciclos. Se logra observar claramente la reducción en el área bajo la curva.

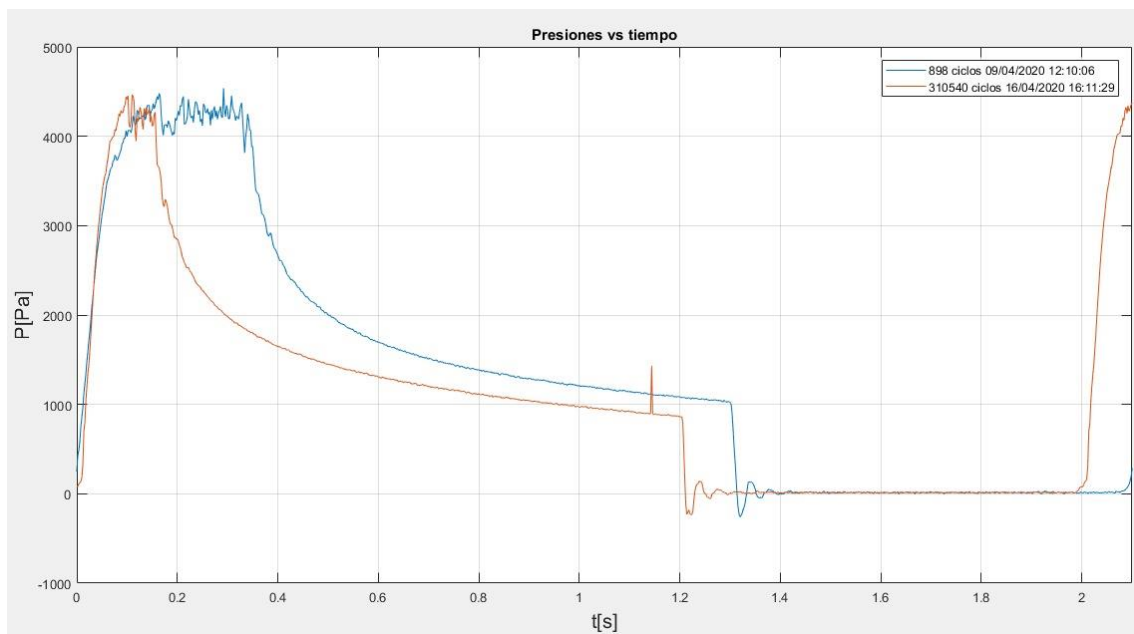


Figura 13. Detalle de curvas de presión en la boquilla de la bolsa AMBU.

Figure 13. Detail of pressure curves in the nozzle of the AMBU bag.

Luego de analizar los resultados, se concluyó que el cambio en las curvas de presión se debe principalmente a que luego de ciclar repetitivamente al AMBU, éste presenta una deformación remanente cada vez mayor, la cual no logra desaparecer en el corto tiempo que existe entre accionamientos. En la siguiente Figura 14 se observa el estado del AMBU y se aprecia la deformación mencionada.

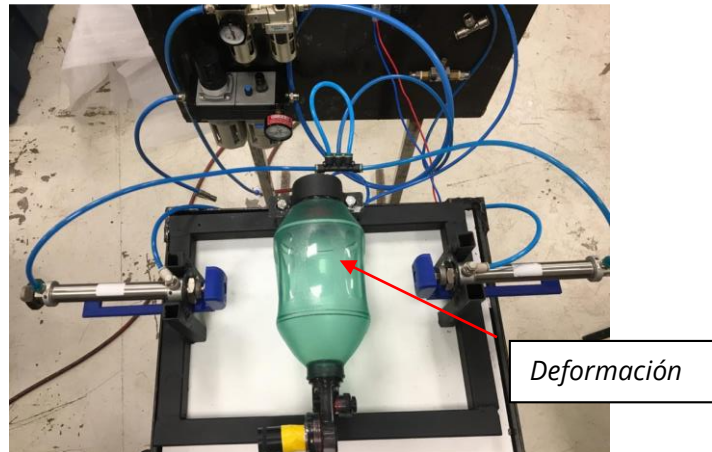


Figura 14. Deformación remanente del AMBU.

Figure 14. Remaining deformation of the AMBU.

Sin embargo, si se incrementa el lapso entre compresiones, permitiendo al AMBU recuperar su volumen inicial y luego se lo comprime nuevamente, se logra obtener curvas de presión similares a las iniciales, tal como se observa en la Figura 15.

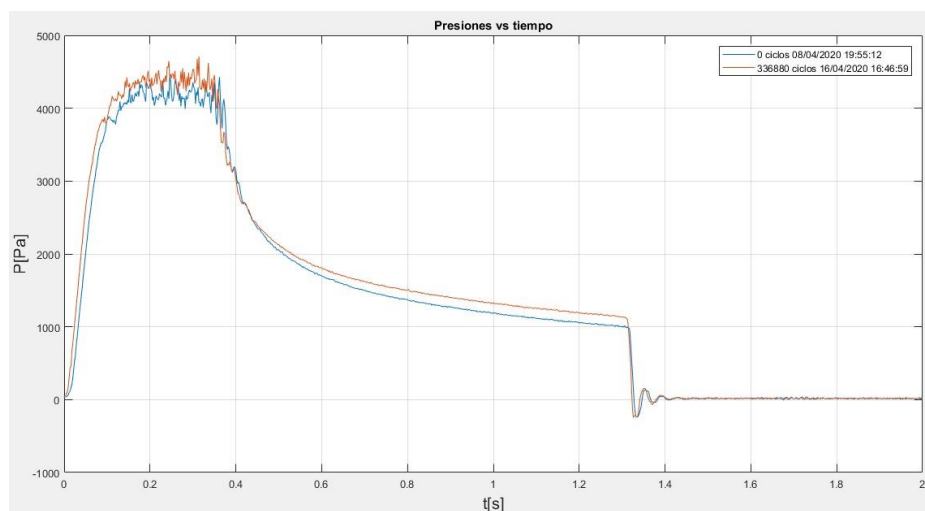


Figura 15. Comparación de curvas de presión permitiendo al AMBU recuperar su volumen inicial.

Figure 15. Comparison of pressure curves allowing the AMBU to recover its initial volume.

Durante la etapa de ensayos del mecanismo de accionamiento, se observó que los engranajes de aluminio utilizados en el diseño del *MIT Emergency Ventilator* (MIT 2020) no soportaban el desgaste en los dientes de la corona dentada luego de sucesivos ciclos (Figura 16). Asimismo, este resultado se corroboró posteriormente con publicaciones que el mismo grupo de trabajo del *MIT Emergency Ventilator* (MIT 2020) publicó en su sitio web.

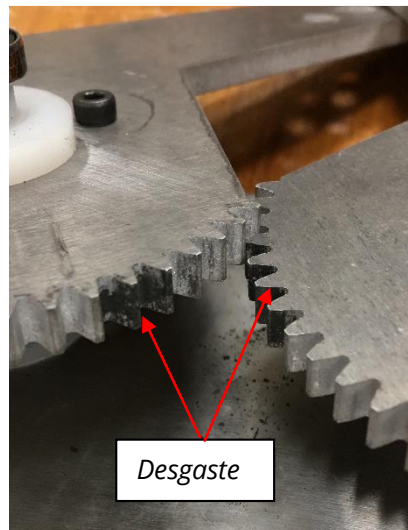


Figura 16. Desgaste en engranajes de aluminio.

Figure 16. Wear on aluminum gears.

En consecuencia, debido a la necesidad de utilizar otro material para los engranajes, se optó por realizar pruebas con engranajes de resina de acetal y de acero. Para ello, se realizaron los cálculos estructurales correspondientes para determinar el ancho del diente mínimo para cada uno de estos dos materiales.

La ventaja de usar engranajes de acero es su alta dureza y rigidez, mientras que su desventaja es el peso, las posibilidades de oxidación y la necesidad de lubricación

cada cierto intervalo de tiempo. En cambio, los engranajes de acetal presentan menor propiedades mecánicas que los de acero, pero su gran ventaja es la posibilidad de lubricarlos únicamente al inicio de su funcionamiento sin la necesidad de lubricarlos nuevamente. Para establecer cuál de las dos opciones es la más indicada, se procedió a ensayar ambas propuestas.

Luego de más de 230.000 ciclos de accionamiento, los engranajes de acero no presentaron mayores inconvenientes más allá de un leve desgaste en uno de sus dientes. Se concluyó que este desgaste se debió a la escasa lubricación con la que se realizaron las pruebas.

En cuanto a los engranajes de resina de acetal, aún se encuentran en etapa de verificación de durabilidad, buscando que realicen la misma cantidad de ciclos de accionamiento que los engranajes de acero. Como una primera conclusión se puede observar que estos engranajes sufren mayor deformación elástica al momento del contacto entre sus dientes que los engranajes de acero. Esta deformación produce que aumente considerablemente la fricción entre ellos, incrementando el torque resistivo del sistema. La Figura 17 corresponde a un video, filmado en cámara lenta, donde se aprecia la deformación de los dientes de acetal al momento del engrane. Si bien el aumento del torque resistivo es un aspecto a considerar, los engranajes de acetal siguen siendo una opción viable siempre que el torque resistivo se encuentre entre los parámetros de diseño. También es importante resaltar que a medida que se producen los sucesivos engranes de dientes, gracias a que la resina

acetal es un material blando, estos van sufriendo pequeños desgastes y acoplándose adecuadamente unos a otros, disminuyendo con el paso del tiempo el mencionado torque resistivo.



Figura 17. Engrane entre los dientes de resina acetal.

Figure 17. Acetal resin tooth contact.

Una vez alcanzado el número de ciclos estipulado, se observará si el desgaste se encuentra dentro de lo esperado y si no ocurrió ninguna falla, se optará por este material antes que el acero. Basando la elección principalmente en los aspectos de la lubricación y la oxidación antes mencionados.

Desde el punto de vista de los componentes electrónicos y sistemas de control, en una primera instancia se realizaron simulaciones de lectura de los parámetros a registrar por los sensores, de forma de corroborar su procesamiento y posterior

visualización en el display. En la Figura 18 se presentan las curvas de presión y volumen graficadas.

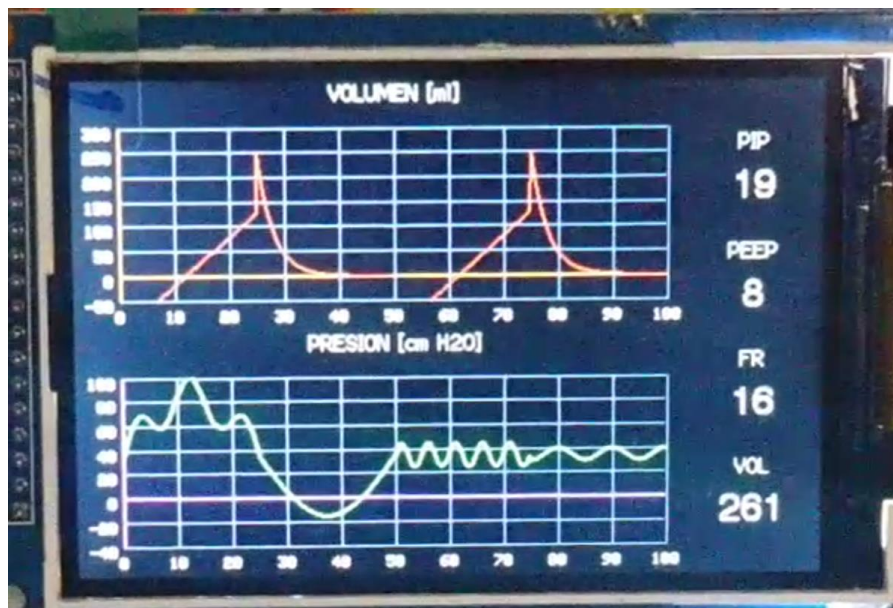


Figura 18. Curvas de volumen y presión graficadas.

Figure 18. Plotted volume and pressure curves.

En cuanto a los ensayos de funcionamiento del conjunto ensamblado, hasta el momento se realizaron pruebas sobre la lectura del grado de apertura de los brazos y sobre el control del motorreductor. En la siguiente figura se presentan las curvas de lectura del grado de apertura de los brazos, para 10, 20 y 40 grados, manteniendo en todos los casos una frecuencia de 30 respiraciones por minuto y una relación I:E 1:2. Se puede analizar que el control sobre el motorreductor logra el desplazamiento deseado de los brazos, reproduciendo fielmente el grado de apertura que es indicado por el operador.

Finalmente, en la Figura 19 se observa el mecanismo y el AMBU montado para el ensayo final de funcionamiento para obtener las últimas curvas presentadas.

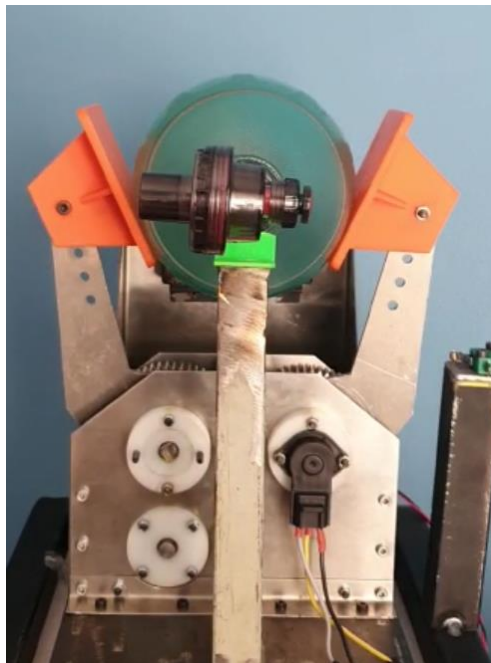


Figura 19. Ensayos sobre el mecanismo y el AMBU.

Figure 19. Tests on mechanism and AMBU.

Luego, ensamblando varios prototipos con todos sus componentes, se realizan pruebas para determinar el comportamiento del conjunto, logrando medir variables fluidodinámicas y electrónicas del respirador mecánico de emergencia. Permitiendo en consecuencia, conocer el funcionamiento del equipo en diferentes escenarios y determinar su vida útil.

Una vez superadas las etapas de ensayos, se espera que el respirador pueda cumplir de forma exitosa el objetivo planteado.

Financiamiento

El desarrollo del respirador mecánico de emergencia posee el financiamiento del Centro Tecnológico Aeroespacial de la UNLP y la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación, a través de la convocatoria IP COVID-19.

Agradecimientos

Agradecemos a los siguientes integrantes del grupo de trabajo que lleva adelante el proyecto del respirador mecánico de emergencia, compuesto por:

- *Esp. Ing. Pablo L. Ringegni*, Coordinador de la UIDET GEMA.
- *Dr. Ing. Sebastián Delnero*, Coordinador alternativo de la UIDET LACLYFA, Director ejecutivo del Departamento de Aeronáutica.
- *Ing. Luis Mariano Mundo*.
- *Ing. Diego Day*.
- *Ing. Elmar Mikkelson*.
- *Ing. Guillermo N. Garaventa*.
- *Ing. Daniel Hamann*.
- *Ing. Carlos F. Curell*.
- *Ing. Sergio Bustamante*.
- *Ing. Ariel Gamarra*.
- *Srta. Gabriela Tavera*.

Asimismo, agradecemos a *FC Servicio Metalúrgico Industrial* y a todas las personas e instituciones que brindan su apoyo a este proyecto.

Referencias bibliográficas

ANPIDTYI (2020). Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación. Acciones sobre COVID-19.

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/covid-19_-ce_-ip_adjudicados.pdf

Cairo, J.M. (2012). *Pilbeam's Mechanical Ventilation: Physiological and Clinical Applications*. Elsevier Mosby.

Hess, R.D. y Kacmarek, R.M. (2014). *Essentials of Mechanical Ventilation*. McGraw-Hill Education.

Medicines & Healthcare Products Regulatory Agency (2020). Medical devices regulation and safety. Specification for ventilators to be used in UK hospitals during the coronavirus (COVID-19) outbreak.

<https://www.gov.uk/government/publications/specification-for-ventilators-to-be-used-in-uk-hospitals-during-the-coronavirus-covid-19-outbreak>

MIT (2020). MIT Emergency Ventilator. Massachusetts Institute of Technology.
<https://emergency-vent.mit.edu/>

Sociedad Argentina de Terapia Intensiva (2020). Mínimos clínicamente aceptables para el desarrollo de dispositivos capaces de dar soporte ventilatorio durante la pandemia generada por COVID-19.

https://www.sati.org.ar/images/SATI_Minimos_clinicamente_aceptables_para_el_desarrollo_de_dispositivos_capaces_de_dar_soporte_ventilatorio_durante_la_Pandemia_generada_por_COVID_19.pdf

Tobin, M.J. (2006). *Principles and Practice of Mechanical Ventilation*. McGraw-Hill Medical Publishing Division.

Desarrollo de un esterilizador de aire UV-C para el control de la transmisión aérea del COVID-19

Manuel Macias ¹; César Luchetti ^{2,3}; Alicia Kitrilakis ^{4,5}; Sebastian Pelizza ⁶; Juan Laborde ⁷;
Miguel Ayala ⁸; Martín Zubieta ⁹

¹Colaborador. Proyecto de Investigación Implantología Oral Fase VIII. UNLP; ²Integrante. Proyecto de Investigación Implantología Oral Fase VIII UNLP. Codirector. Carrera de Maestría en Implantología Oral. UNLP; ³Profesor Titular. Asignatura Prótesis A. Facultad de Odontología. UNLP; luchettic@folp.unlp.edu.ar; ⁴Director. Proyecto de Investigación Implantología Oral Fase VIII UNLP. Director. Carrera de Maestría en Implantología Oral. UNLP; ⁵Profesor Consulto. Facultad de Odontología. UNLP; ⁶Director. Instituto Spegazzini. Facultad de Ciencias Naturales. UNLP; ⁷Jefe del Área de Control Sanitario y Responsable de Área de Diagnóstico Molecular por PCR. Laboratorio de Animales de Experimentación. Facultad de Ciencias Veterinarias. UNLP; ⁸Director. Laboratorio de Animales de Experimentación. Facultad de Ciencias Veterinarias. UNLP; ⁹Coordinador del Área de Biología Molecular e Integrante del Consejo Asesor del Centro de Medicina Traslacional. Hospital El Cruce.

Resumen. En el contexto de la pandemia por COVID-19, y considerando que existe una transmisión aérea del virus, que la OMS tardó en reconocer, pero que hoy está comprobado, decidimos desarrollar un Esterilizador de Aire con una combinación específica de Filtros Especiales y el uso de Luz UV-C. Luego del desarrollo del esterilizador (Belerofonte I), se realizaron pruebas biológicas, con Virus, Bacterias, Hongos y Esporas, para ver su efectividad en esterilizar ambientes. Luego de los resultados contundentes obtenidos, y de las pruebas de flujo de aire realizadas en Ingeniería, el equipo se escaló a un tamaño más pequeño, logrando las mismas prestaciones (Belerofonte II). Con el segundo prototipo se repitieron las pruebas, mostrando la misma efectividad. Si bien el desarrollo se enmarca en la pandemia por COVID-19, sería de utilidad a largo plazo, dadas sus prestaciones, para evitar infecciones intrahospitalarias, y que podría ser aplicable a consultorios, transporte público, locales comerciales, entre otros.

Palabras clave: esterilizador de aire UV-C, SARS-COV-2, COVID-19

Recibido: 26/09/2020 Aceptado: 30/09/2020

DOI: <https://doi.org/10.24215/26838559e021>

Development of a UV-C air sterilizer for the control of the air transmission of COVID-19

Abstract. *In the context of the COVID-19 pandemic, and considering that there is an airborne transmission of the virus, which the WHO was slow to recognize, but is now proven, we decided to develop an Air Sterilizer with a specific combination of Special Filters and the use UV-C Light. After the development of the sterilizer (Belerofonte I), biological tests were carried out with Viruses, Bacteria, Fungi and Spores, to see its effectiveness in sterilizing environments. After the strong results obtained, and the air flow tests carried out in Engineering, the equipment was scaled to a smaller size, with the same performance (Belerofonte II). The tests were repeated with the second prototype, showing the same effectiveness. Although the development is a part to fight the COVID-19 pandemic, it would be useful in the long term, given its benefits, to avoid intra-hospital infections, and it could be applicable to clinics, public transport, and commercial premises, among others.*

Keywords: UV-C air sterilizer, SARS-COV-2, COVID-19

Novedad u originalidad local en el conocimiento

En el contexto de la pandemia por COVID-19, y considerando que existe una transmisión aérea del virus que la OMS tardó en reconocer, pero que hoy está comprobado, decidimos desarrollar un Esterilizador de Aire con una combinación específica de Filtros Especiales y el uso de Luz UV-C. La novedad del desarrollo consiste en utilizar tecnología conocida en una combinación nueva, que permita lograr los objetivos propuestos.

Grado de relevancia

En el contexto de la pandemia por COVID-19, creemos que el desarrollo permitirá disminuir la carga viral, especialmente en áreas de gran concentración del mismo, tal como lo demuestran los estudios biológicos incluidos en el presente artículo. Desde nuestro grupo se espera que esta nueva tecnología se aplique a hospitales, centros de salud y consultorios en primera medida, así como también a la población en general.

Grado de pertinencia:

La pertinencia del desarrollo radica en los estudios biológicos realizados, que permiten observar la capacidad del equipo desarrollado en disminuir la carga viral y bacteriana de los ambientes en los que se utilizó.

Grado de demanda

El grado de demanda dependerá de la iniciativa de cada actor en el sector de salud, que tenga conciencia y conocimiento del producto desarrollado. La Universidad Nacional de La Plata ha brindado amplio apoyo al desarrollo propuesto, a partir de la Incubadora de Ideas y Proyectos Minerva, luego de numerosos estudios, a un producto sumamente innovador.

Desarrollo del producto

A finales de diciembre del 2019 el médico oftalmólogo chino, Li Wenliang, intentó alertar a sus colegas médicos sobre un virus que creía que se parecía al virus del SARS. Los casos se registraron en el mercado de pescados y mariscos de Huanan, en Wuhan y los pacientes fueron puestos en cuarentena en su hospital ¹. Poco tiempo después, el número de casos creció exponencialmente, y se detectó que el virus tenía una tasa de contagio elevada y un índice de mortalidad de entre el 2 y el 8 %.

El 5 de enero del 2020 la OMS publica su primer parte sobre brotes epidémicos relativos al nuevo virus, una publicación técnica de referencia para la comunidad mundial de investigación y salud pública y los medios de comunicación. El parte contiene una evaluación del riesgo y una serie de recomendaciones, así como la información proporcionada por china a la OMS.

El 10 de enero del 2020 dicta recomendaciones a todos los países sobre cómo detectar casos.

El 13 de enero del 2020 se confirma oficialmente un caso de COVID-19 en Tailandia, el primero registrado fuera de China. El 22 de enero del 2020 la misión de la OMS a China emite una declaración en la que se afirma que se ha demostrado la transmisión entre seres humanos en Wuhan.

¹ BBC NEWS. February 7, 2020, Li Wenliang: Coronavirus death of Wuhan doctor sparks anger. <https://www.bbc.com/news/world-asia-china-51409801>

El 30 de enero del 2020 el Director General de la OMS convoca al comité de emergencia, el cual llega a un consenso que el brote constituye una emergencia de salud pública de importancia internacional. El informe de situación a la fecha señala la existencia de un total de 7818 casos. El 11 de marzo del 2020 la OMS determina en su evaluación que el COVID-19 puede caracterizarse como una pandemia.²

El paquete de recomendaciones sobre las vías de contagio que tiene el COVID-19, hacen especial hincapié en el contagio por transmisión directa de persona a persona a través de gotículas y superficies contaminadas.³

El primer caso detectado en Argentina fue el 3 de marzo del 2020, se trataba de un hombre de 43 años que llegó a Buenos Aires procedente de Milán, Italia. Y el 18 de marzo el gobierno nacional decreta el aislamiento preventivo y obligatorio en toda la Argentina.

El 6 abril de 2020, la Universidad Nacional de La Plata a través de la Incubadora de Ideas y Proyectos Minerva convoca a todos los investigadores a tratar la problemática desatada por la emergencia sanitaria que se desencadenó por la propagación del coronavirus en el país, y buscar soluciones a través de proyectos presentados en dicha institución.⁴ Por lo tanto, se presentó el proyecto de

² COVID-19: cronología de la actuación de la OMS. 27 de abril de 2020.

<https://www.who.int/es/news-room/detail/27-04-2020-who-timeline---covid-19>

³ Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). February 28, 2020

<https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf>

⁴ Incubadora de Proyectos Minerva. "Tu idea Suma". Convocatoria de ideas y proyectos ante la Pandemia de CORONAVIRUS (COVID-19) – 6 de abril de 2020

https://unlp.edu.ar/vinculacion_tecnologica/tu-idea-suma-17693

fabricación de un esterilizador de aire UV-C, el cual fue posteriormente seleccionado como estratégico por la UNLP ⁵. En dicha convocatoria se plantea la necesidad de hacer especial hincapié en disminuir los contagios del COVID-19.

En su reporte sobre las vías de transmisión, la OMS descartó la vía de transmisión aérea, fundamentándose en que las partículas virales son de gran tamaño (80 a 150 Nm), pudiendo en todo caso trasladarse por vía aérea solo 2 metros. Esta afirmación realizada por la OMS fue resistida por muchas instituciones por falta de evidencia y de información proveniente desde China. Es así que se planteó que hubo un error de diagnóstico con respecto a las vías de transmisión del virus, ya que, dado el gran número de casos y el patrón inconexo entre cantidad de casos y vías de contagio, debía incorporarse la transmisión por vía aérea.

Expertos de todo el mundo advirtieron a la OMS que bajo ciertas circunstancias el COVID-19 se contagia por aire. Ante tal afirmación, la OMS fue muy cautelosa, ya que las pruebas eran indirectas. Sin embargo, agregó una actualización en el documento sobre formas de transmisión del virus⁶, incluyendo los aerosoles presentes en el ambiente, basado en estudios independientes (Morawska y Milton, 2020). De este modo se planteó la necesidad de tratar el aire, filtrarlo y esterilizarlo en forma segura y rápida para las personas.

⁵ Incubadora de Proyectos Minerva. "Tu idea Suma. COVID-19" Proyectos estratégicos seleccionados. <https://unlp.edu.ar/coronavirus/tu-idea-uma-covid-19-proyectos-estrategicos-18286>

⁶ Organización Mundial de la Salud. Información Actualizada sobre el COVID-19. septiembre de 2020. <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019>

Por lo expuesto anteriormente, planteamos que los mecanismos de contagio del COVID-19 implican necesariamente, no solo contacto directo, sino también dispersión de microgotas en el ambiente, permaneciendo en el mismo, y es por ello que en el presente estudio se procedió al desarrollo de un equipo para esterilizar el aire.

Objetivo general:

Disminuir la tasa de contagio del COVID-19 en espacios confinados y de alta carga viral mediante el uso del equipo de esterilización de aire UV-C (Belerofonte II).

Objetivos específicos:

- 1) Evaluar la eficacia de esterilización ambiental del equipo desarrollado.
- 2) Evaluar los tiempos específicos del uso de la luz UV-C, en la esterilización de cepas fúngicas y de esporas altamente resistentes cuando son expuestas de manera directa a la misma.
- 3) Comprobar la susceptibilidad de diversas cepas virales a la luz UV-C, a través del equipo desarrollado.
- 4) Establecer los coeficientes necesarios para descontaminar un ambiente de acuerdo a sus dimensiones.
- 5) Desarrollar un equipo que se factible de utilizar en presencia de pacientes y personal de la salud, sin riesgos para las personas, a diferencia del uso de la luz UV-C tradicional.

Materiales y métodos

Se planteó y ejecutó la construcción de un prototipo (Belerofonte I). Este primer prototipo fue desarrollado analizando las condiciones que se pueden dar en una terapia intensiva. En términos generales, las terapias intensivas de los diversos hospitales del país oscilan entre 50 a 200 m³, con capacidades de entre 5 a 30 camas con su respectiva aparatología de apoyo vital. Los parámetros que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del prototipo fueron que debía trabajar en presencia de una alta carga del virus SARS-CoV-2 en el ambiente, producto de una alta concentración de gotículas en el ambiente. Presencia de una alta carga de diversos microorganismos oportunistas propios de un ámbito hospitalario. Presencia de personal sanitario altamente expuesto al SARS-CoV-2. Con estos parámetros se desarrolló el prototipo, el cual debió tener el requisito de esterilizar como mínimo un volumen de aire de 50 m³/h, que pueda trabajar de manera continua y cumplir con el requisito fundamental de no exponer a las personas a la radiación UV-C.

A diferencia de otras técnicas de esterilización basadas en radiación UV-C el equipo debió cumplir el requisito de poder ser utilizado en presencia de los pacientes y del personal de salud. Desde el punto de vista técnico el equipo consta de motores forzadores de aire, cámara de esterilización y filtros hidrorrepelentes.

A partir de este desarrollo, se realizaron las primeras pruebas para demostrar su eficacia. Luego de los resultados satisfactorios obtenidos, se comenzó un trabajo en equipo con una empresa privada, quienes de manera conjunta con la Facultad de

Ingeniería UIDET – Capa Límite y Fluido Dinámica Ambiental (LaCLyFA) de la UNLP, realizaron estudios para poder mejorar el equipo inicial, necesarios para poder calibrar correctamente los valores de caudales de flujos de aire, dando como resultado un segundo prototipo (Belerofonte II), con mejores prestaciones, la mitad del tamaño y más ergonómico que el prototipo inicial (Morawska et al, 2020) (Figuras 1 y 2). A partir de allí, se ampliaron las pruebas biológicas de laboratorio, las cuales fueron realizadas en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo y en la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNLP.



Figura 1. Vista lateral izquierda del prototipo “Belerofonte I”, 1 metro de largo x 45 cm de ancho y 70 cm de altura.

Figure 1. Left side view of the “Bellerophon I” prototype, 1 meter long x 45 cm wide and 70 cm high.



Figura 2. Vista frontal del prototipo "Belerofonte II". 1 metro de alto x 35 cm de ancho y 35 cm de profundidad.

Figure 2. Front view of the "Bellerophon II" prototype. 1 meter high x 35 cm wide and 35 cm deep.

1) EVALUACION DE PRUEBAS DE ESTERILIZACION DE AMBIENTE

En la Facultad de Ciencias Naturales y Museo funciona el Instituto de Botánica C. Spegazzini el cual cuenta con el cepario fúngico más importante de Latinoamérica y además con el reconocimiento internacional (único en Argentina) para el depósito de cepas fúngicas para su estudio y posterior publicación en revistas científica internacionales. Se seleccionó como marcador de ambiente la cepa fúngica del hongo **entomopatógeno *Beauveria bassiana***. (Figura 3) debido a que la misma no representa un riesgo para la salud humana, esto era de gran importancia, debido a que se debió permanecer en el interior del laboratorio por un lapso prolongado.

Esta cepa presenta la característica de tener una muy elevada resistencia a la esterilización, una alta dispersión en el ambiente y no afecta a vertebrados.

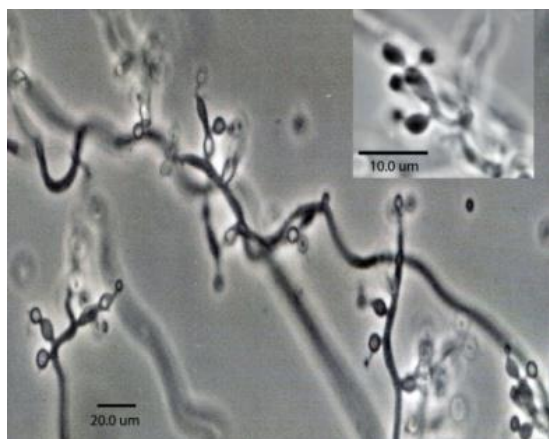


Figura 3. Cepa LPSc 1067 de Beauveria bassiana . Aspecto general y detalle de célula conidiogena holoblastica (Pelizza et al, 2010).

Figure 3. LPSc 1067 strain of Beauveria bassiana. General appearance and detail of holoblastic conidiogenous cell (Pelizza et al, 2010).

Ensayo de laboratorio

Se tomaron las dimensiones exactas del laboratorio para poder calcular el volumen en metros cúbicos que éste tiene. Las medidas obtenidas fueron de 8 metros con 80 centímetros de largo, por 7 metros con 60 centímetros de ancho, y 2 metros con 40 centímetros de alto. Dando como resultado, un volumen de 160,512 metros³.

Seguidamente, se procedió al sellado hermético del laboratorio, colocando cinta de enmascarar en todos los marcos de puertas, ventanas y ductos de aire. El objetivo de esta maniobra estuvo destinada a construir un marco referencial de inicio sin

que haya contaminación del exterior. Luego se colocó el equipo en una disposición central del laboratorio a 1 metro de altura.

Dispersión de esporas fúngicas en el ambiente

Antes de comenzar con el ensayo de laboratorio, primeramente, se procedió a dispersar a modo de spray una concentración de 1×10^8 conidios/ml de esporas fúngicas del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, este procedimiento fue llevado a cabo para tener un ambiente en el cual, se encontrará una alta concentración de esporas, lo cual pondría en evidencia el correcto funcionamiento del esterilizador de aire UV-C prototipo Belerofonte.

Medio de cultivo utilizado y tomas de muestras de aire

El medio de cultivo utilizado para determinar la contaminación ambiental, fue Agar Papa Glucosa (APG), el cual fue elegido debido a que en él pueden crecer la mayoría de las esporas fúngicas, como así también distintas especies de bacterias que pudieran estar presentes en el ambiente. Se colocaron cápsulas de Petri en 4 grupos de 5 cápsulas cada uno, para tomar muestras de aire del ambiente en diferentes momentos, las mismas fueron colocadas de manera concéntrica con respecto al equipo. Todas fueron colocadas a 1 metro de altura. Las distancias a las que se colocaron las cápsulas fueron: 5 a 2 metros del equipo, 5 a 3 metros del equipo, 5 a 4 metros del equipo y 5 a 5 metros del equipo. El ensayo se llevó a cabo por el transcurso de 6 horas, tomando muestras de aire a Tiempo Cero (T0), es decir, luego de la dispersión de las esporas en el ambiente, y previo al encendido del equipo, y

luego a cada hora, durante 6 horas, en cada una de las distancias mencionadas anteriormente. La técnica de tomas de muestras de aire, consistió en abrir cada cápsula de Petri por un lapso de un minuto y luego cerrarla. Todas las muestras de aire que fueron tomadas ser rotularon y se colocaron en una estufa de cultivo por 5 días en oscuridad a 25°C. Estas condiciones controladas, facilitan la germinación y el desarrollo de cualquier espora fúngica, o bacteriana que pudiera haber entrado en contacto con el medio de cultivo.

Análisis Estadísticos

Con los resultados obtenidos, se realizó un análisis de la varianza de dos vías para poder determinar si existen diferencias significativas en los resultados obtenidos, en lo que respecta a la descontaminación del ambiente por parte del prototipo BELEROFONTE II cuando se lo utilizo solo en la función de filtrado o cuando al prototipo se lo utilizo con las lámparas de tipo UV-C encendidas.

2) Evaluación de los tiempos de específicos del uso de la luz UV-C, en la esterilización de esporas altamente resistentes

Para poder determinar el tiempo mínimo necesario de exposición que necesitan las lámparas de tipo UV-C para eliminar microorganismos, se procedió a determinar la viabilidad de las esporas fúngicas, mediante la técnica descrita por Goettel e Inglis (1997). Para ello se procedió a preparar una suspensión de esporas fúngicas del hongo entomopatógeno *B. bassiana* de 1×10^4 conidios/ml de concentración. Por otro

lado, se colocaron 800 μ l de medio de cultivo estéril de APG, en forma de una fina capa de aproximadamente 2 mm de espesor, sobre un portaobjetos (previamente esterilizado en autoclave), el cual se colocó en el interior de una cápsula de Petri que contenía un disco de papel de filtro estéril. Una cantidad de 300 μ l de la suspensión fúngica mencionada anteriormente, se inoculó en el medio de cultivo. Posteriormente, esta suspensión fúngica fue sometida a las lámparas de radiación UV-C del prototipo Belorofonte II a distintos intervalos de tiempo 5-10-15-20-25 y 30 minutos. Luego se humedeció el papel de filtro que se encontraba en el interior de las cápsulas de Petri con 1 ml de agua destilada estéril. Estas cápsulas de Petri fueron colocadas a 25 ° C y oscuridad dándole así las condiciones óptimas para permitir la germinación de las esporas. Al cabo de 24 horas, se determinó el número de esporas germinadas relacionadas con el número total de esporas. Se consideraron esporas germinadas cuando el tubo germinativo alcanzó la mitad de la longitud de las mismas. Se realizaron tres repeticiones por tratamiento y se contaron 300 esporas en cada caso.

3) Pruebas con virus

En la Facultad de Ciencias Veterinarias se encuentra el Laboratorio de Animales de Experimentación -UNLP. Dicho laboratorio cuenta con las instalaciones adecuadas para el manejo de diversas cepas virales además de ser un referente nacional e

internacional para experimentación sobre animales y estudio de diversos patógenos.

Se seleccionaron dos tipos de virus que debían tener características que sirvan como marco de referencia para lograr la inactivación del SARS-CoV-2.

Por un lado, se seleccionó el virus diminuto del ratón (Figura4) (MVMp, del inglés *Minute virus of mice*, cepa prototipo) forma parte de la familia *Parvoviridae* (del latín *parvus* = pequeño) que incluye a virus que infectan a vertebrados e invertebrados. Las razones de elección de este virus fue su alta resistencia a la esterilización y manejo en un laboratorio de nivel de bioseguridad 2 (BSL2).

El MVMp, posee un tamaño de 20 a 30 Nm, el genoma es de ADN monocatenario de aproximadamente 5.5 kb.

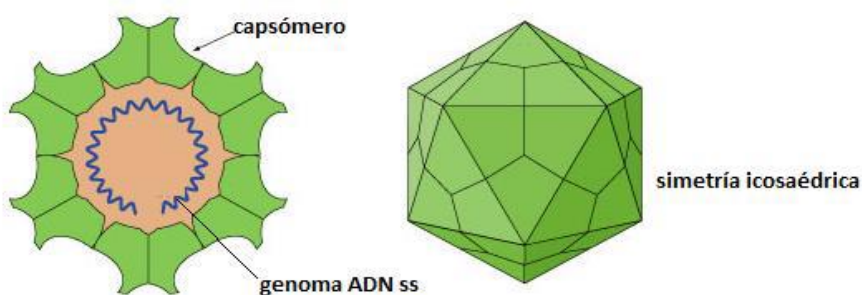


Figura 4. Esquema del MVMp, del inglés Minute virus of mice, cepa prototipo forma parte de la familia Parvoviridae.

Figure 4. Scheme of MVMp, from English Minute virus of mice, prototype strain is part of the Parvoviridae family.

Por otro lado, se seleccionó un virus con características morfológicas similares al SARS-CoV-2. Los Coronavirus han sido aislados de la mayoría de las especies animales evaluadas, incluyendo la humana. En el año 2003 un Coronavirus emergente fue identificado como agente etiológico del brote epidemiológico del SARS (Ksiazek et al, 2003) previo a este descubrimiento, los coronavirus humanos fueron asociados con infecciones respiratorias medias y altas en la temporada invernal.

El virus responsable del síndrome respiratorio del Medio Oriente (MERS), MERS-coronavirus (CoV) es un linaje C-coronavirus similar al linaje murino β -coronavirus, el virus de la hepatitis del ratón (MHV) (Figura 5). El mismo es estructuralmente similar al MERS-CoV. Es un virus modelo ideal con el que estudiar los efectos de las radiaciones UV-C contra el SARS-CoV2 porque tiene muchas similitudes con el virus humano, pero, el virus murino puede manejarse en el laboratorio de nivel de bioseguridad 2 (BSL2).

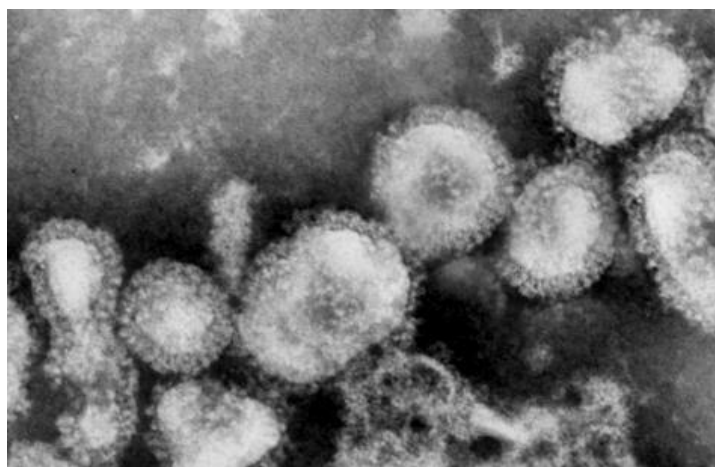


Figura 5. Microfotografía de virus "MHV". Figure 5. Photomicrograph of "MYHYV" virus.

2A) Las pruebas realizadas con el parvovirus se dividieron en dos etapas:

En una primera etapa se procedió a la conexión y funcionamiento del prototipo (ventiladores y luz UV-C 254 nm) durante 10 minutos y se colocó a 50 cm de distancia a la salida de aire del mismo un rectángulo (20 x 30 cm) de tela filtrante como superficie receptora externa del flujo de aire proveniente del equipo. Luego se realizó una inoculación con un atomizador (10 ml) de una solución viral (HA 1/2048) de parvovirus murino (MVMp) en las tomas de aire del equipo. Durante el ensayo se dejó el equipo en funcionamiento (forzadores y luz UV-C) durante dos horas. Posteriormente, se procedió a desconectar el equipo y realizar la toma de muestras del filtro interior del aparato y tela filtrante receptora externa. Las muestras de los filtros se tomaron en un flujo laminar de clase I mediante el corte de sectores del material filtrante del filtro del equipo y tela filtrante externa al mismo. Las muestras se colocaron en tubos plásticos estériles (Nalgene) de 50 ml y junto con el material de muestra remanente fueron almacenados a -20°C hasta el momento de uso. La tela filtrante y la tela receptora se cortaron en pequeños pedazos y se procedió al análisis por técnica de la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Dado que en el filtro interno del equipo se detectaron partículas virales por PCR y para que los resultados fueran concluyentes se procedió a la segunda etapa.

Ensayo con animales. Se utilizaron 10 ratones machos de 8 semanas de edad de la cepa BALB/c separados en dos grupos de 5. Todos los individuos (dos grupos de 5 animales) se alojaron en microaisladores con provisión de agua

y comida *ad-libitum* (en ambos grupos se utilizó como lecho de cama marlo de maíz triturado). En uno de los grupos se añadió en el lecho de cama tiras de muestras de material del filtro interno del equipo y que fue positivo (PCR) a MVMp para investigar si ocurre infección viral (en caso que el virus mantenga su infectividad). Para comprobar que el material entre en contacto con los animales y observar dispersión y mezcla del mismo en el lecho de cama, se dispuso su ubicación en un extremo de la caja. El otro grupo de 5 animales fue utilizado como grupo control (sin material de filtro en el lecho de cama). Se realizaron controles diarios para verificar el normal comportamiento de los ratones y a los 5 días, ambos grupos se sacrificaron con una mezcla de dióxido de carbono y oxígeno (70/30%), para analizar heces y órganos en busca de evidencia de infección por parvovirus.

2B) Pruebas realizadas con el virus de la hepatitis de ratón (MHV).

Se inició con la conexión y funcionamiento del prototipo (ventiladores y luz UV-C 254 Nm) durante 10 minutos y se colocó a 50 cm de distancia a la salida de aire del mismo un rectángulo (20 x 30 cm) de tela filtrante como superficie receptora externa del flujo de aire proveniente del equipo. Luego se realizó una inoculación con un atomizador (10 ml) de una solución viral de coronavirus murino (MHV) en los conductos de aspiración de aire (ventiladores del equipo). Durante el ensayo se dejó

el equipo en funcionamiento (ventiladores y luz UV-C) durante dos horas. Posteriormente se procedió a desconectar el equipo y realizar la toma de muestras del filtro interior del aparato y tela filtrante receptora externa. Las muestras se tomaron en un flujo laminar de clase 2 mediante el corte de sectores del material filtrante del filtro del equipo y tela filtrante externa al mismo. Las muestras se colocaron en tubos plásticos estériles (Nalgene) de 50 ml y junto con el material de muestra remanente fueron almacenados a -80°C hasta el momento de uso. Las muestras se analizaron por técnica de RT-PCR (retro transcriptasa-PCR).

Resultados

1) Evaluación de pruebas de esterilización de ambiente con el prototipo Belerofonte II

Se observó una disminución progresiva de la carga de esporas fúngicas presentes en el aire del laboratorio del Instituto de Botánica Spegazzini.

En este ensayo se pudo observar que, si bien el prototipo Belerofonte II fue muy efectivo para descontaminar el aire del laboratorio, sin encender las lámparas de radiación UV-C, la rapidez y eficacia en lograr este objetivo, se incrementan cuando dichas lámparas son encendidas. Por otro lado, vemos que la descontaminación del ambiente no depende de la distancia a la cual se toman las muestras de aire del equipo, ya que logra una descontaminación total del aire del ambiente al cabo de 6 horas, ya sea que las muestras de aire sean tomadas a 2 metros o a 5 metros de

distancia del equipo. Los análisis estadísticos nos muestran que existen diferencias significativas entre utilizar o no las lámparas UV-C encendidas, como así también en lo que respecta al tiempo de funcionamiento del equipo (Figura 6). No se observaron diferencias significativas en lo que respecta a la distancia a la cual se toman las muestras (Figura 7).

En los resultados para determinar la capacidad de filtrado de partículas ambientales por parte del prototipo observamos una capacidad de filtrado muy buena por parte del equipo, aún sin que se encendieran las luces de radiación UV-C, debido a que se pasó de un promedio de 23 colonias fúngicas por cápsula de Petri que pertenecían al control previo al encendido del equipo, a 0,1 colonias fúngicas en promedio luego de que el equipo funcionara durante un lapso de 6 horas.

Ensayo sin luz



Figura 6: Número promedio de colonias fúngicas, a través del tiempo, tomadas a una distancia que va desde los 2 metros hasta los 5 metros de distancia del prototipo. El equipo no tenía las luces UV-C encendidas, solo trabajaba en la función de filtrado.

Figure 6 (previous page): Average number of fungal colonies, over time, taken at a distance ranging from 2 meters to 5 meters away from the prototype. The equipment did not have the UV-C lights on, it was only working in the filtering function.

Resultados similares fueron observados, cuando se utilizó el prototipo con las luces de tipo UV-C encendidas. Los números de colonias fúngicas disminuyeron en promedio de un valor de 11,2 colonias por cápsula de Petri en el control ambiental previo (antes de que se encendiera el equipo), a un valor de 0 colonias fúngicas por capsulas de Petri al cabo de 6 horas de funcionamiento del equipo (Figura 7).

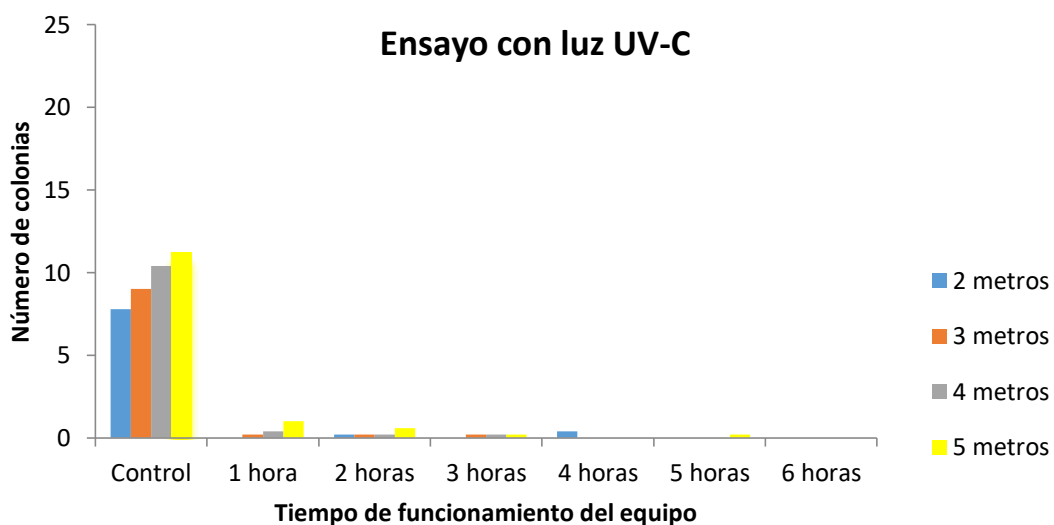


Figura 7. Número promedio de colonias fúngicas, a través del tiempo, tomadas a una distancia que va desde los 2 metros hasta los 5 metros de distancia del prototipo. El equipo tenía las luces UV-C encendidas.

Figure 7. Average number of fungal colonies, over time, taken at a distance from 2 meters to 5 meters from the prototype. The equipment had the UV-C lights on.

El análisis de la varianza, demostró que existen diferencias significativas (DF= 1; F= 37,97; P<0,0001), entre utilizar el equipo con las lámparas UV-C encendidas o apagadas. Según este análisis estadístico, la utilización de las lámparas UV-C mejora el rendimiento en lo que respecta a la esterilización del aire del ambiente por parte del equipo (Tabla 1).

Tabla 1: Resultados del Análisis de varianza de dos vías, para el ensayo realizado con el prototipo Belorofonte II, con las lámparas de tipo UV-C apagadas y encendidas, a distancias que fueron de los 2 a 5 metros y a distintos intervalos de tiempo los cuales fueron de tiempo 0 (control previo) a 6 horas de actividad del equipo. Diferencias significativas se establecen cuando el valor de P< 0,0001.

Table 1: Results of the two-way analysis of variance, for the test carried out with the Belorofonte II prototype, with the UV-C type lamps turned off and on, at distances that ranged from 2 to 5 meters and at different time intervals, which were from time 0 (previous control) to 6 hours of team activity. Significant differences are established when the value of P <0.0001.

Variables	DF	F	P
Tratamiento	1	37,97	<0,0001
Tiempo	5	16,10	<0,0001
Distancia	3	0,47	0,7016
Tratamiento*Tiempo	5	6,45	<0,0001
Tratamiento*distancia	3	1,13	0,3398
Tiempo*distancia	15	1,46	0,1234
Tratamiento*Tiempo*distancia	15	0,92	0,5409

Además se observaron diferencias significativas ($DF= 5$; $F= 16,10$; $P <0,0001$) en lo que respecta al tiempo que se mantiene encendido el equipo. Es decir, a medida que pasa el tiempo, mejor se produce la esterilización del aire, llegando a un tiempo de 6 horas en los cuales ya no se registran esporas fúngicas contaminantes presentes en el ambiente. Por último, se observaron diferencias significativas en la interacción tratamiento*tiempo ($DF= 5$; $F= 6,45$; $P <0,0001$), esto nos está indicando, que hay una relación directa entre el encendido o no de las lámparas UV-C y la cantidad de horas que se deja funcionando al equipo (Tabla 1).

2) Evaluación de los tiempos de específicos del uso de la luz UV-C, en la esterilización de esporas altamente resistentes

Se observó que el tiempo mínimo de exposición a las lámparas UV-C debe ser de 30 minutos, para que se elimine el 100% de las esporas fúngicas que fueron expuestas a dicha radiación de manera directa (Figura 8 y Figura 9).

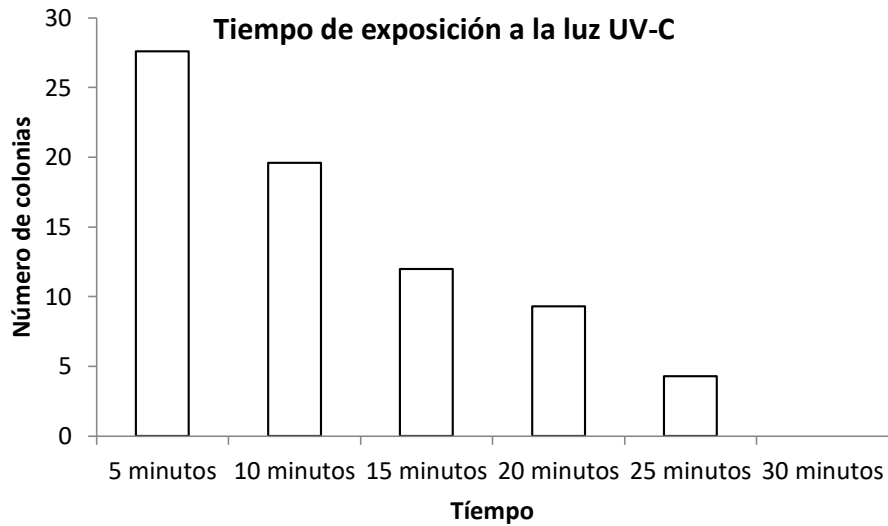


Figura 8: Tiempo mínimo de exposición a la radiación de las lámparas UV-C, para eliminar la totalidad de las esporas fúngicas de *Beauveria bassiana*.

Figure 8: Minimum time of exposure to radiation from UV-C lamps, to eliminate all the fungal spores of *Beauveria bassiana*.



Figura 9: Tiempo de exposición a la luz UV-C en minutos.

Figure 9: Exposure time to UV-C light in minutes.

3- Resultados de pruebas sobre virus con el prototipo Belerofonte II

3- A) Técnica de PCR en las muestras del equipo inoculado con Parvovirus (MVMp.)

Al analizar el comportamiento de los *primers*, se demostró que obtuvo un buen desempeño en ambas rondas de PCR en el rango de temperatura empleado. Obteniéndose una banda de 1090 pb para parvovirus genérico y 640 pb virus diminuto del ratón (MVMp). En ningún caso se observó amplificación en el control negativo (agua en lugar de molde). Del total de muestras analizadas se obtuvieron resultados positivos para MVMp en la muestra viral utilizada en la inoculación y en el filtro interno del equipo. No se detectó ADN de MVMp en la muestra de la tela filtrante externa al equipo (Figura 10).

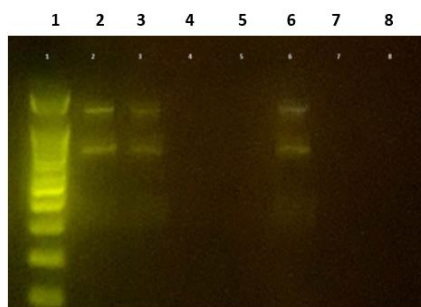


Figura 10. Técnica de sn-PCR: gel de agarosa al 1,5%. Se muestra una banda específica para el virus diminuto del ratón (MVMp), de acuerdo con el tamaño esperado (640pb) y para parvovirus genérico (1090pb). Línea 1: marcador de peso molecular de 100pb (Promega); Líneas 2 y 3: muestras positivas (inóculo de MVMp y filtro interno respectivamente); Línea 4: muestra negativa (tela filtrante externa); Línea 5 control negativo (agua libre de nucleasas); Línea 6 control positivo (ADN de cepa MVMp); Líneas 7 y 8: sin muestra.

Figure 10 (previous page). Sn-PCR technique: 1.5% agarose gel. A specific band is shown for mouse tiny virus (MVMp), according to the expected size (640bp) and for generic parvovirus (1090bp). Lane 1: 100bp molecular weight marker (Promega); Lines 2 and 3: positive samples (MVMp inoculum and internal filter respectively); Line 4: negative sample (external filter cloth); Line 5 negative control (nuclease free water); Line 6 positive control (MVMp strain DNA); Lines 7 and 8: no sample.

Según los resultados positivos obtenidos en el filtro interno del equipo, se realizó una segunda prueba con animales, para observar si se trataba de partículas virales inactivas o virus con capacidad de infección en ratones.

Para esto se recortaron fragmentos del filtro interno, y se colocaron como lecho de cama en la jaula con ratones. Los animales se dejaron durante 5 días en contacto con el lecho de cama. Luego se realizó eutanasia en los ratones y se tomaron muestras de bazo, íleon y materia fecal, para control de parvovirus por PCR (Figura 11 y 12).



Figura 11. Grupo de 5 ratones a los cuales se les añadió en el lecho de cama material del filtro interno del equipo y que fue positivo a MVMp.

Figure 11 (previous page). Group of 5 mice to which material from the internal filter of the equipment was added to the bedding and which was positive for MVMp.

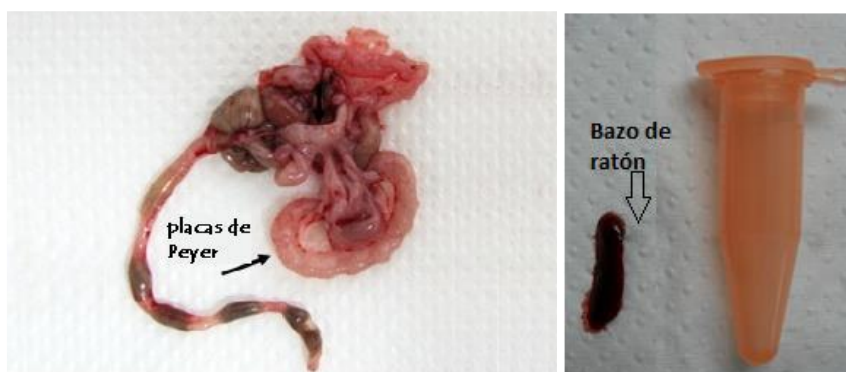


Figura 12. Bazo y región del íleon (Placas de Peyer) de un ratón utilizado en la toma de muestras y extracción de ADN.

Figure 12. Spleen and ileum region (Peyer's patches) of a mouse used in DNA sampling and extraction.

Ensayo de infectividad viral en ratones con material filtrante del equipo y positivo mediante PCR a MVMp

Del total de muestras analizadas se obtuvieron resultados positivos para MVMp en la muestra del filtro interno del equipo mezclado con el lecho de cama. No se detectó ADN de MVMp en las muestras de bazo, íleon y materia fecal de los ratones expuestos al lecho de cama contaminado con parvovirus (Figura 13)

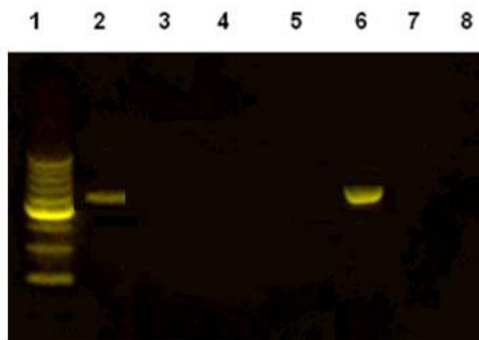


Figura 13. Técnica de sn-PCR: gel de agarosa al 1,5%. Línea 1: marcador de peso molecular de 100pb (Promega); Línea 2: muestra positiva a MVMp (material de filtro interno en el lecho de cama) muestra una banda específica para el virus diminuto del ratón (MVMp), de acuerdo con el tamaño esperado (640pb); Línea 3: muestra Íleon y bazo de ratón negativa a MVMp; Línea 4: muestra de materia fecal negativa a MVMp; Línea 5: control negativo (agua libre de nucleasas); Línea 6: control positivo (ADN de cepa MVMp) muestra una banda específica para el virus diminuto del ratón (MVMp), de acuerdo con el tamaño esperado (640pb); Líneas 7 y 8: sin muestra.

Figure 13. Sn-PCR technique: 1.5% agarose gel. Lane 1: 100bp molecular weight marker (Promega); Line 2: sample positive for MVMp (internal filter material in the bedding) shows a specific band for the tiny virus of the mouse (MVMp), according to the expected size (640bp); Line 3: shows MVMp negative mouse ileum and spleen; Line 4: MVMp negative stool sample; Line 5: negative control (nuclease free water); Line 6: positive control (MVMp strain DNA) shows a specific band for mouse tiny virus (MVMp), according to the expected size (640bp); Lines 7 and 8: no sample.

3-B) Técnica de RT-PCR en las muestras del equipo inoculado con el Virus de la hepatitis del ratón (MHV).

Al analizar el comportamiento de los *primers*, se demostró que tuvieron un buen desempeño de RT-PCR en el rango de temperatura empleado. Obteniéndose una

banda de 500 pb. En ningún caso se observó amplificación en el control negativo (agua en lugar de molde).

Del total de muestras analizadas se obtuvo resultado positivo para MHV en la muestra viral utilizada en la inoculación para prueba del equipo. No se detectó ADN de MHV en las muestras analizadas de filtro interno y de la tela filtrante externa al equipo luego de transcurridas dos horas de funcionamiento del mismo.

Los resultados encontrados indican que MHV tuvo resultados positivos (RT-PCR) en la muestra de la solución viral utilizada para inocular en el aparato germicida UV-C. Las muestras del interior (filtro interno) y exterior (tela filtrante) del equipo fueron negativas al virus una vez finalizado el tiempo de exposición (2 horas) de irradiación con UV-C.

El uso del sistema de desinfección UV-C puede prevenir la propagación nosocomial del virus y proteger al personal en el proceso. En el ensayo realizado y luego de dos horas de irradiación UV-C, no se pudieron obtener resultados positivos a MHV en las muestras de tela filtrante interna y externa (la última colocada a 50 cm de la salida del aire) del equipo, aunque se tenía conocimiento de que el filtro interno del equipo no posee una trama de porosidad inferior a 100 Nm (tamaño promedio de los coronavirus). El tamaño promedio de una partícula de coronavirus es menor que el límite de 0.3 micras para los filtros más eficientes HEPA (*High Efficiency Particulate Air*). Sin embargo, durante la entrevista con los expertos responsables del diseño y construcción del equipo, se pudo conocer que el material del filtro interno posee

una membrana hidrofóbica que pudo funcionar como una barrera durante el ensayo, y donde las microgotas de la solución viral transportadas por el flujo de aire pudiesen ser retenidas hasta lograr una inactivación y/o destrucción de las partículas virales por radiación UV-C (Figura 14).

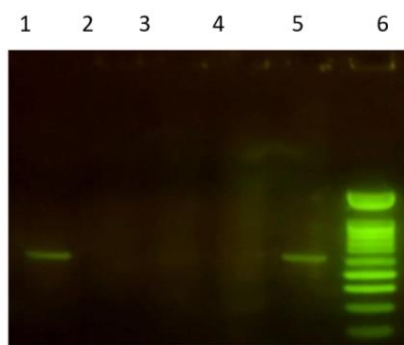


Figura 14. Técnica de PCR: gel de agarosa al 1,5%. Se muestra una banda específica para el coronavirus de la hepatitis del ratón (MHV), de acuerdo con el tamaño esperado (500pb) Línea 1: muestra positiva (inóculo de MHV); Línea 2: muestra negativa (tela filtrante interna); Línea 3: muestra negativa (tela filtrante externa); Línea 4: control negativo (agua libre de nucleasas); Línea 5 control positivo (ADN de MHV); Línea 6: marcador de peso molecular de 100pb (Promega).

Figure 14 (previous page). PCR technique: 1.5% agarose gel. A specific band for the mouse hepatitis coronavirus (MHV) is shown, according to the expected size (500bp). Line 1: positive sample (MHV inoculum); Line 2: negative sample (internal filter cloth); Line 3: negative sample (external filter cloth); Line 4: negative control (nuclease free water); Positive control line 5 (MHV DNA); Line 6: 100bp molecular weight marker (Promega)

DISCUSIÓN

Al realizar un relevamiento de los datos relacionados con la problemática de la transmisión por vía aérea del SARS-COV-2 se encontró evidencia científica que

correlaciona la presencia de micro gotas en el ambiente y el COVID-19 (Fennelly, 2020). Se reconoce cada vez más la transmisión aérea del virus (Asadi et al, 2020). Esto alentaría a la utilización de equipos de esterilización de ambientes, como el que se presenta en este trabajo.

Evaluación del equipo

En las experiencias previas a los ensayos de laboratorio resultó difícil calibrar el nivel de retención que producía el equipo con respecto a los flujos de aire. Una vez calibrado el prototipo (BELEROFONTE I) este demostró tener un buen desempeño en ambientes de 160 metros cúbicos, lográndose ambientes totalmente depurados entre 12 a 18 horas.

Con respecto a la relación hombre máquina el equipo no significo ningún riesgo para la integridad del personal que ejecutó los ensayos de laboratorio. Desde el punto de vista ergonómico el equipo requería modificaciones.

Con el prototipo (BELEROFONTE II) se mejoró el desempeño lográndose ambientes de 160 metros cúbicos totalmente depurados aproximadamente a las 6 horas sin riesgo para los pacientes y/o el personal de la salud. En el equipo final se solucionó el aspecto ergonómico lográndose reducir el tamaño del mismo y mejorando su rendimiento.

Evaluación de los ensayos de laboratorio

Se realizaron un total de 5 pruebas de ambiente en el Instituto Spegazzini evaluando distintos aspectos: nivel de filtrado por parte de los filtros, eficacia de la luz UV-C sobre cultivos y eficacia en lo que respecta a la depuración y esterilización del aire del ambiente. Los medios de cultivo se prepararon y manipularon hasta su uso, en cámaras de flujo laminar grado 2 y en condiciones de esterilidad descartando de este modo contaminación cruzada de los medios de cultivo.

En el Laboratorio de Animales de Experimentación se realizaron 3 pruebas, 2 directas sobre el equipo (principalmente sobre los filtros internos y tela filtrante externa a la salida del equipo) y una indirecta sobre animales haciendo convivir a los animales con partes del filtro.

Los primers de las PCR tuvieron un buen comportamiento en el rango de temperatura empleado.

El ensayo indirecto sobre animales y el diseño experimental fue supervisado y aprobado por el Comité Institucional para el Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio (CICUAL) de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNLP, bajo el código N° 105-5-20P. Todos los procedimientos con animales se realizaron de acuerdo con los principios éticos para el uso de los animales de laboratorio del Consejo de Organizaciones Internacionales de Ciencias Médicas (CIOMS).

CONCLUSIONES

Dentro de los límites de la presente publicación se puede concluir:

- 1) En lo que respecta a la esterilización de ambientes, los filtros utilizados dentro del equipo han permitido retener la mayor cantidad de partículas infecciosas, sin la utilización de luz UV-C, y producir aire estéril a la salida del equipo, lo cual demuestra la eficacia de los filtros incorporados.
- 2) Cuando se utilizó el equipo en función filtrado más el uso de la luz UV-C, se observaron mejores resultados en cuanto a la calidad de aire que sale del equipo.
- 3) En cuanto a los tiempos de esterilización por luz UV-C, se establecieron en 30 minutos, y considerando la capacidad de filtrado del equipo en sí, podría proponerse un esquema de 5 horas de uso, donde 4:30 horas sean solo de filtrado, y luego se usen las luces UV-C por 30 minutos. Esto tendría particular interés, si se utilizaran lámparas UV-C que producen Ozono, para que el funcionamiento de las mismas no supere los límites de seguridad.
- 4) El desarrollo propuesto, permite descontaminar el aire del ámbito de trabajo en forma segura rápida y continua, pudiendo estar el profesional y paciente presente durante dicho proceso, cosa que no es posible con las luz UV-C directa, por los riesgos a la salud que conlleva (Salomon, 2020), lo cual instaura una nueva lógica en lo que respecta a bioseguridad y disminuye el riesgo de contagio de cualquier patógeno que pueda transmitirse ya sea por vía aérea directa o a través de gotículas en suspensión.

5) En cuanto a las pruebas de virología, el equipo fue altamente efectivo en neutralizar dos tipos de virus diferentes.

6) En las pruebas con parvovirus de ratones, que es un virus ADN, de la familia Parvoviridae, y que es 5 veces más pequeño que el SARS-Cov-2, y además es alcohol resistente, mostro resultados muy efectivos. Incluso cuando en los filtros internos se detectó ADN Viral, en las pruebas con animales se demostró que eran Virus Inactivos, sin capacidad de infectar.

7) En las pruebas con el virus de la hepatitis murina (β -coronavirus de la misma familia del SARS- CoV-2), que es un virus ARN, se comprobó la total eliminación del mismo en las pruebas realizadas.

Teniendo todas estas conclusiones expresadas, podríamos decir, a modo de recomendación, que:

Existe una clara correlación entre el COVID-19 y la vía de transmisión aérea. En base a la información obtenida en los ensayos de laboratorio el equipo desarrollado es una herramienta contundente en lo que respecta a eliminación de microorganismos presentes en el ambiente al cabo de 6 horas de funcionamiento, cuando estos están en suspensión lográndose valores de esterilidad del aire del 99% en unas 6 horas de funcionamiento.

1) Si bien no se pudo probar la eficacia del equipo sobre el SARS-CoV-2 por cuestiones de bioseguridad, se realizaron ensayos sobre virus como el parvovirus

del ratón (virus resistente a agentes físicos ambientales), como también con un β -coronavirus como el virus de la hepatitis del ratón similar al virus responsable del síndrome respiratorio del Medio Oriente (MERS), MERS-coronavirus (CoV) que es un linaje C-coronavirus similar al linaje murino. El mismo es estructuralmente similar al MERS-CoV. Es un virus modelo ideal con el que estudiar los efectos de las radiaciones UV-C contra el SARS-CoV2.

2) La conjugación de las características de ambos virus y los resultados obtenidos nos dan la certeza de que cualquier partícula viral de SARS-CoV2 que sea aspirado por el equipo quedara retenida e inactivada rápidamente.

3) Cuando se seleccionó el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* para contaminar el aire de un ambiente, se pensó en esto porque se quería comprobar si el equipo era eficiente para eliminar no solo el SARS-CoV-2 sino también cualquier otro microorganismo presente en el ambiente. Dicha espora es una de las formas de vida más resistentes y su grado de dispersión en el ambiente es muy alta. A pesar de que no representa ningún peligro para la vida humana es un marcador excelente para establecer no solo el grado de depuración de un ambiente, sino que también sirvió para establecer el poder de esterilización que se obtuvo con el equipo desarrollado.

4) En ambientes altamente contaminados con cualquier tipo de patógeno la utilización del equipo en su configuración correcta (equipo /metros cúbicos) es una herramienta que protege indudablemente a las personas.

5) Por todo lo expuesto anteriormente se puede concluir que la utilización sistemática y el establecimiento de este tipo de aparatología como protocolo de protección puede disminuir los índices epidemiológicos de la pandemia en curso a causa del SARS-CoV-2, y disminuir los índices epidemiológicos de otras afecciones principalmente respiratorias.

Financiamiento

UNLP – Incubadora de Proyectos Minerva.

Referencias bibliográficas

Asadi, S., Bouvier, N., Wexler, A. S., & Ristenpart, W. D. (2020). The coronavirus pandemic and aerosols: Does COVID-19 transmit via expiratory particles?. *Aerosol science and technology : the journal of the American Association for Aerosol Research*, 0(0), 1–4. <https://doi.org/10.1080/02786826.2020.1749229>

Fennelly, K. P. (2020). Particle sizes of infectious aerosols: implications for infection control. *The Lancet. Respiratory Medicine*, 8(9), 914-924. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30323-4](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30323-4)

Goettel, M.S. e Inglis, D.G. (1997). Fungi: Hyphomycetes. In: Lacey, L.A. (ed.) *Manual of techniques in insect pathology*. London, UK, Academic Press, 213–249. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7250761/pdf/main.pdf>

Ksiazek, T. G., Erdman, D., Goldsmith, C. S., Zaki, S. R., Peret, T., Emery, S., Tong, S., Urbani, C., Comer, J. A., Lim, W., Rollin, P. E., Dowell, S. F., Ling, A. E., Humphrey, C.

D., Shieh, W. J., Guarner, J., Paddock, C. D., Rota, P., Fields, B., DeRisi, J., ... SARS Working Group (2003). A novel coronavirus associated with severe acute respiratory syndrome. *The New England journal of medicine*, 348(20), 1953–1966.

<https://doi.org/10.1056/NEJMoa030781>

Morawska, L., & Milton, D. K. (2020). It is time to address airborne transmission of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Clinical infectious diseases: an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 71(9), 2311–2313.

<https://doi.org/10.1093/cid/ciaa939>

Morawska, L., Tang, J. W., Bahnfleth, W., Bluyssen, P. M., Boerstra, A., Buonanno, G., Cao, J., Dancer, S., Floto, A., Franchimon, F., Haworth, C., Hogeling, J., Isaxon, C., Jimenez, J. L., Kurnitski, J., Li, Y., Loomans, M., Marks, G., Marr, L. C., Mazzeella, L., ... Yao, M. (2020). How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised?. *Environment international*, 142, 105832.

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105832>

Pelizza, S.A., Cabello, M.N., & Lange, C.E. (2010). Nuevos registros de hongos entomopatógenos en acridios (Orthoptera: Acridoidea) de la República Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 69(3-4),287-291.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3220/322028487004>

Salmon, J.F. (2020). Retinal detachment. En: Salmon JF. Kanski`s *Clinical ophthalmology* (Eds). 9th Edición. Philadelphia, USA, Elsevier.

Cañón de ozono para la destrucción de la carga viral en ambientes públicos.

Gustavo E. Romero ^{1,2,3}; Martín Salibe ¹; Daniel Perilli ¹; Leandro García ¹

¹ Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR), CONICET-CICpBA-UNLP, Buenos Aires, Argentina;

² Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (FCyG), Universidad Nacional de La Plata;

³gustavo.esteban.romero@gmail.com

Resumen. Se está desarrollando un dispositivo capaz de generar grandes cantidades de ozono en forma controlada. El aparato está dotado de una batería de sensores que le permite interactuar con el medio hasta lograr que el ozono inyectado alcance la concentración adecuada en un tiempo determinado para garantizar la destrucción de la carga viral en un ambiente cerrado. El dispositivo fue desarrollado por el área de Transferencia de Tecnología del Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR) con el objetivo de proveer una herramienta de desinfección de espacios de uso común para el período de retorno a la actividad laboral y educacional presencial al fin de la pandemia de COVID-19. La desinfección de aulas, oficinas, vehículos de transporte, comedores, laboratorios, y otros espacios entre dos ocupaciones sucesivas de usuarios tiende a minimizar las posibilidades de rebrotes y contagios incontrolados. El equipo está diseñado para destruir bacterias, esporas, hongos y ser muy eficaz en la inactivación de otras especies de microorganismos ya que su modo principal es la oxidación directa de la pared celular. Es capaz, logrando las concentraciones adecuadas de ozono, de neutralizar todo tipo de virus, tanto en aire como en superficies. En este documento se describe el dispositivo, la tecnología usada, su efectividad, y la forma más eficiente de su aplicación.

Palabras clave: ozono; desinfección; carga viral; ingeniería de control

Recibido: 24/09/2020 Aceptado: 30/09/2020

DOI: <https://doi.org/10.24215/26838559e022>

Ozone generator for the destruction of viral load in public environments.

Abstract. *A device capable of generating large amounts of ozone in a controlled manner is being developed. The device is equipped with a battery of sensors that allows it to interact with the environment until the ozone injected reaches the appropriate concentration to guarantee the destruction of the viral load in a closed environment. It was developed by the Technology Transfer area of the Argentine Institute of Radio Astronomy (IAR) with the aim of providing a disinfection tool for use in close spaces of frequent human occupation during the period of return to face-to-face work and educational activity at the end of the COVID-19 pandemic. The disinfection of classrooms, offices, transport vehicles, dining rooms, laboratories, and other closed spaces between two successive occupations of users tends to minimize the possibilities of uncontrolled outbreaks and infections. The equipment is designed to destroy bacteria, spores, fungi and to be very effective in the inactivation of other species of microorganisms since its main mode is the direct oxidation of the cell wall. It is capable, by achieving the appropriate concentrations of ozone, of neutralizing all types of viruses, both in air and on surfaces. This document describes the device, the technology used, its effectiveness, and the most efficient way to apply it.*

Keywords: ozone; disinfection; viral load; control engineering.

Contexto: Instituto Argentino de Radioastronomía y transferencia de tecnología

El Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR) es una unidad de investigación básica y de desarrollo de tecnología dependiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CICPBA) y la Universidad Nacional de la Plata (UNLP). Fue creado en 1962 para promover las investigaciones y tecnologías en el área de la radioastronomía y ciencias afines. Se encuentra localizado en el

Parque Pereyra Iraola y cuenta con laboratorios, oficinas y dos radiotelescopios de 30 m de diámetro que se utilizan para investigar emisiones de radio de objetos astronómicos como ser púlsares, cuásares, galaxias y gas interestelar.

El instituto cuenta con una estructura consistente en un sector científico y un sector tecnológico. Este último a su vez incluye dos grandes áreas: el observatorio y la transferencia de tecnología (TT). A disposición de estas áreas hay departamentos de electrónica, sistemas, electromecánica y mantenimiento.

La forma en que se ha generado la TT en el instituto es paradigmática del círculo virtuoso de realimentación positiva entre ciencia básica y desarrollo de tecnología.

Los objetivos científicos fijan requerimientos tecnológicos para que los equipos e instrumentos puedan obtener cierta clase de datos. Esto hace que el sector tecnológico del instituto desarrolle nuevas tecnologías, las que a su vez dan lugar a desarrollos tecnológicos específicos y a conocimiento tecnológico nuevo que queda a disposición del sector de transferencia para su aplicación a otras áreas y usos.

Comenzando en el área de los receptores radiastronómicos y la ingeniería de señales, las capacidades tecnológicas del instituto rápidamente se expandieron hacia la transferencia de tecnología al sector aeroespacial y de comunicaciones. El IAR ha contribuido con tecnología a misiones tan variadas como el satélite SAC-D (cámara NIRST, el radiómetro de microondas MWR y computadora de vuelo), los satélites SAOCOM A y B (diseño de las antenas SAR), los vectores VEX 1 y 5 del lanzador Tronador, y actualmente contribuye a la misión Sabia-MAR con la cámara

TIR y trabajos de *software* para la computadora de vuelo. Además, ha brindado tecnología y colaborado con INVAP, CONAE, CNEA, y empresas privadas. El sector de vinculación dentro del área de TT identifica problemas a los que el IAR puede brindar soluciones tecnológicas y establece los canales para su implementación. Esto se ilustra en la Figura 1.

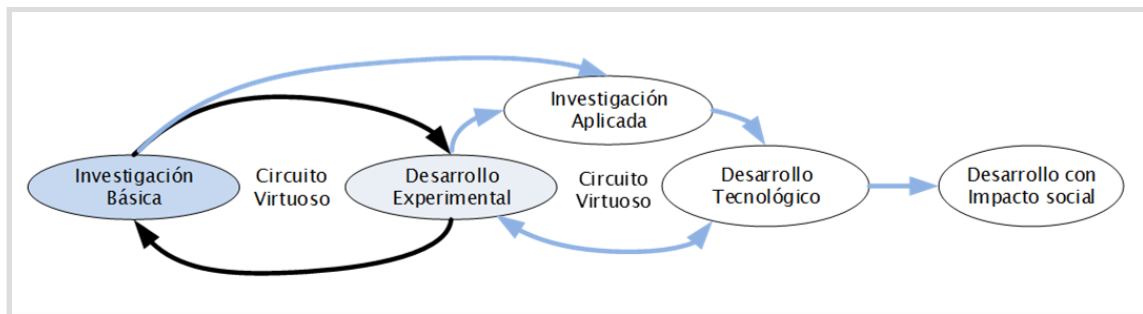


Figura 1. Esquema con el funcionamiento del proceso de transferencia tecnología en el IAR.

Figure 1. Scheme with the operation of the technology transfer process in the IAR.

Esta metodología ha sido aplicada a la excepcional situación presentada por la pandemia de COVID-19, que ha puesto en jaque la economía y la capacidad sanitaria a escala planetaria.

Tan pronto se declaró el estado de pandemia en la Argentina, el sector de TT realizó un relevamiento de las necesidades del sistema de salud a nivel provincial y nacional y analizó las posibles respuestas tecnológicas a problemas concretos que se podrían brindar con la tecnología disponible en el IAR y el *know-how* acumulado a lo largo de la historia de la institución. El resultado fueron dos propuestas concretas: un

ventilador mecánico no invasivo (VMNI) para asistir a pacientes con deficiencia respiratoria moderada, pensado para la fase crítica de la pandemia, y un dispositivo de desinfección que sea efectivo y de bajo costo para la etapa de recuperación económica y reapertura de la actividad social, pensado para destruir la carga viral en ambientes cerrados entre dos ocupaciones sucesivas de los mismos. Esto último podría ser un elemento clave para evitar rebrotes y posibilitar una reapertura controlada y relativamente segura de la actividad económica. Es este desarrollo de un sistema de desinfección basado en ozono el que se presenta en lo que resta de este trabajo.

Requerimientos

Los requerimientos básicos que debería cumplir el dispositivo para desinfección de ambientes cerrados son los siguientes:

- Sistema **eficiente** para destruir el 99.9% de la carga viral en tiempos no mayores de 20 minutos en ambientes de hasta 100 m².
- La desinfección producida debe ser homogénea dentro de todo el volumen de aplicación en forma independiente de los contenidos y forma física del ambiente.
- Sistema que no presente peligros para la salud humana o animal. No debe dejar residuo tóxico alguno.
- Alimentación por corriente alterna 220 V.

- Equipo transportable en forma manual.
- Adaptabilidad al uso dentro de vehículos y transportes públicos, incluyendo vagones de ferrocarril.
- Robustez y facilidad de construcción.
- Sistemas de control que permitan que el equipo opere con mínima intervención humana.
- Capacidad de control remota.
- Costo bajo.

Uso del ozono para destrucción de carga viral en aire y superficies

Con la especificación de los requerimientos, el equipo de TT investigó el potencial de desinfección de diferentes tecnologías: químicos, luz UV y ozono. Se vio que el ozono ha sido usado para desinfección de agua en forma eficaz durante décadas. Esta molécula está formada por tres átomos de oxígeno (O_3). Se encuentra presente en forma natural en la alta atmósfera, donde absorbe la radiación UV proveniente del sol. Su poder desinfectante se basa en que oxida la membrana lipídica que recubre a microorganismos y virus. Una vez rota esta membrana, los microorganismos mueren y, en el caso de los virus, al penetrar oxígeno y acoplarse con el ARN de los mismos, se desactiva su capacidad reproductora (e.g. Shinriki et al. 1988). La inactivación de virus por medio de ozono ha sido extensamente probada en el laboratorio, sobre todo en agua. En el caso de virus en suspensión en

aire o sobre superficies, hay diferentes estudios con distintas clases de virus incluidos sustitutos de coronavirus (e.g. Hudson et al., 2007, 2009; Dubuis et al. 2020). La inactivación de la carga viral depende marcadamente de la concentración de ozono, las condiciones ambientales (en particular humedad), el tipo de superficie, y el lapso de exposición a la concentración de O₃.

En la Figura 2 puede verse la cinética de la inactivación de diferentes virus frente a una concentración de ozono de 10 partes por millón (ppm). En el eje de las ordenadas se grafica la fracción activa de virus mientras que en el de las abscisas se indica el tiempo de exposición al ozono (Hudson et al. 2009).

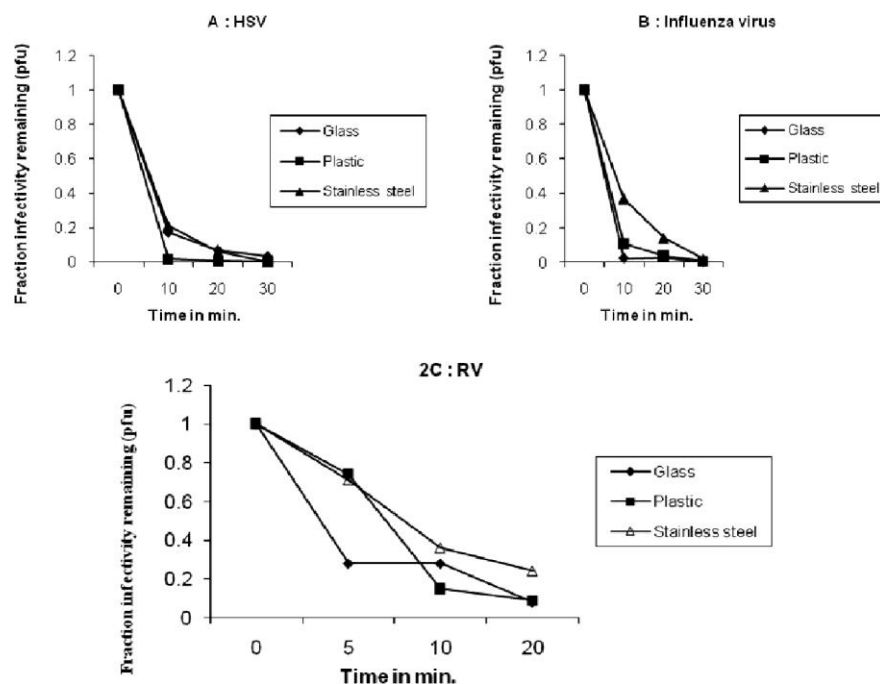


Figura 2. Disminución de la carga viral en función del tiempo para diferentes virus y superficies frente a una concentración de ozono en aire de 10 ppm. HVS: virus del herpes, RV: rinovirus. Reproducido de Hudson et al. (2009).

Figure 2 (previous page). Decrease in viral load as a function of time for different viruses and surfaces compared to an ozone concentration in air of 10 ppm. HVS: herpes virus, RV: rhinovirus. Reproduced from Hudson et al. (2009).

La resistencia de los virus al O₃ depende de la humedad. A mayor humedad es más rápida la caída de la fracción activa de virus, en todas las superficies. Con concentraciones de 10 ppm en unos 30 minutos esencialmente toda la carga viral ha sido destruida. A mayores concentraciones los lapsos se acortan. Resultados similares se obtuvieron para la carga viral en aire (Dubuis et al 2020). Al presente no se conoce ningún virus resistente al ozono en las concentraciones mencionadas (Hudson et al. 2009). Los experimentos incluyen al coronavirus murino (M-CoV), una especie de coronavirus que infecta a los ratones.

Desarrollo del producto

Basados en las consideraciones brevemente mencionadas en la sección anterior, el área de TT del IAR generó una serie de requerimientos tecnológicos que debe satisfacer un equipo de desinfección por ozono para operar en forma eficaz en la destrucción de la carga viral. La elección del ozono como agente desinfectante se basó en su probada efectividad, la posibilidad de su producción utilizando como insumo el aire ambiente, el hecho de que al ser el ozono en condiciones normales un gas puede llenar completamente los espacios a desinfectar logrando una

desinfección completa, y el hecho de que decae rápidamente una vez que ha cumplido su función.

Específicamente, los dos requerimientos tecnológicos esenciales que se fijaron fueron:

- El equipo debe ser capaz de generar una alta concentración de ozono en tiempos cortos.
- El equipo debe contar con un sistema de control inteligente que regule el funcionamiento en función de las indicaciones de sensores que provean información sobre la concentración de O₃ en el ambiente, la temperatura y la humedad.

El primero de estos requisitos implica utilizar una tecnología más eficiente para producir ozono que el efecto corona, que es la usualmente aplicada en los ozonizadores comerciales¹ que se emplean en sanitización y desodorización. Luego de una investigación detallada de las posibilidades tecnológicas más relevantes, se decidió basar la producción de ozono en la inyección de aire tomado del ambiente sobre una cámara de plasma frío. Esta está formada por una serie de placas que producen un plasma superficial por descarga de barrera dieléctrica (DBD) estimulada por un voltaje/frecuencia regulable por el procesador del sistema. En la Figura 3 se muestra un esquema de una placa de DBD, similar a las que serán

¹ Estos equipos están orientados a la destrucción parcial de la carga bacteriana y son inefectivos para actuar sobre virus.

usadas en el reactor de plasma (Portugal et al 2017). El ozono es creado cuando el oxígeno ambiente es inyectado sobre el plasma, en un proceso de dos pasos. Primero el oxígeno molecular es disociado por los electrones libres del plasma y luego un átomo de oxígeno liberado por el proceso anterior se acopla a una molécula de O₂ resultando en O₃. Las reacciones relevantes son: $e + O_2 \rightarrow O + O + e$, $O + O_2 + M \rightarrow O_3 + M$. Aquí, e representa a un electrón libre y M una molécula de la superficie del dieléctrico (si la reacción ocurre en aire M puede ser O₂ o N₂). Esto es ilustrado en la Figura 4.

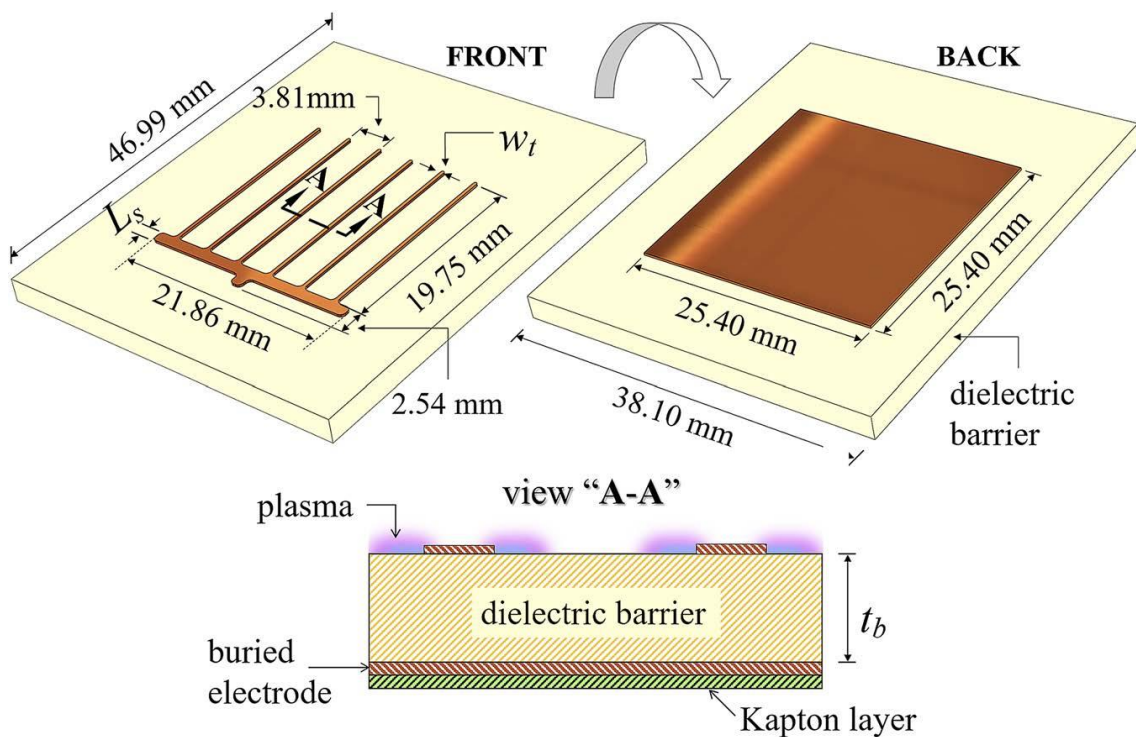


Figura 3. Configuración de una placa de descarga de barrera dieléctrica similar a las que son utilizadas para crear una cámara de plasma. De Portugal et al. (2017).

Figure 3. Configuration of a dielectric barrier discharge plate similar to those used to create a plasma chamber. From Portugal et al. (2017).



Figura 4. Proceso en dos pasos para formar ozono en una cámara de plasma sobre la base de inyección de oxígeno molecular ambiente. A la izquierda se ilustran moléculas de oxígeno y de ozono.

Figure 4. Two-step process to form ozone in a plasma chamber based on ambient molecular oxygen injection. Oxygen and ozone molecules are illustrated on the left.

Al contar la cámara de plasma con numerosas placas DBD es posible lograr grandes cantidades de ozono y concentraciones mucho mayores que con simple efecto corona. Sobre la efectividad del método ver, por ejemplo, Ono & Oda (2007), Pekárek (2013) y Zhang et al. (2016).

La Figura 5, muestra cómo se acumula el O_3 en la salida de la cámara. Hay una primera fase de crecimiento lineal rápido del ozono, que luego desacelera debido al aumento de la destrucción del mismo por interacción con oxígeno atómico. Cuando el reactor se apaga, la concentración decae exponencialmente con el tiempo. Los experimentos muestran una clara dependencia con el tipo de material dieléctrico

utilizado y con la frecuencia aplicada. Los mejores resultados ocurren con materiales cerámicos y frecuencias altas (14 kHz y 8.5k Vpp). En menos de 200 s, se acumulan unas 600 ppm de O₃ por placa.

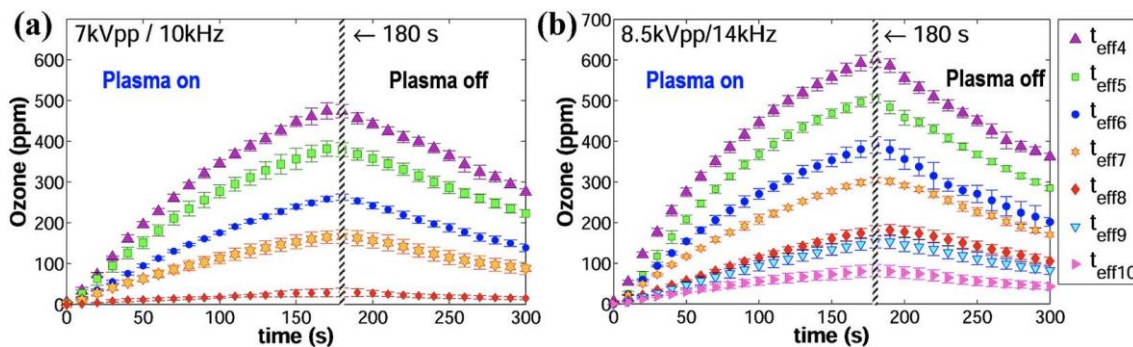


Figura 5. Incremento de la concentración de ozono en la salida de la cámara de plasma para diferentes materiales dialécticos en la placa DBD y para dos diferentes voltajes de pico a pico y dos diferentes frecuencias aplicadas (10 kHz a la izquierda y 14 kHz a la derecha). Los mejores resultados se obtienen con materiales cerámicos. De Portugal et al. (2017).

Figure 5. Increase in the ozone concentration at the outlet of the plasma chamber for different dielectrical materials on the DBD plate and for two different peak-to-peak voltages and two different applied frequencies (10 kHz to the left and 14 kHz to the right). The best results are obtained with ceramic materials. From Portugal et al. (2017).

El segundo de los requerimientos tecnológicos, el control inteligente de las funciones del equipo, está a cargo de un micro-controlador Atmega328p (basado en el entorno Arduino). Se propone este micro-controlador dado que es robusto, versátil, fácil de programar y la disponibilidad en el mercado local del mismo es

amplia. Esto permitirá acortar los tiempos de integración con los demás dispositivos de Arduino, reduciendo los tiempos de desarrollo y los de puesta en marcha del sistema. Plantearlo en este entorno no solo servirá para el prototipo inicial, sino también para la cadena de ensamble y los tiempos de reparación una vez que el equipo salga al mercado.

El micro-controlador será el cerebro del equipo, manejará las interfaces con los periféricos (teclado, *display* y puertos), las alarmas, temporizadores, el forzador de aire y el sistema de alta tensión que alimenta a las placas generadoras de ozono. También el micro-controlador digitalizará los sensores para realizar la correcta supervisión de los parámetros normales de utilización. Mediante la lectura de sensores externos, realizará los cálculos relevantes a la operación y enviará por sus puertos información sobre los niveles detectados de O₃, temperatura y humedad para que el usuario pueda imprimir fácilmente un reporte de desinfección, acorde a su necesidad.

Monitorizando los parámetros mediante un control proporcional, integrador y derivativo, el micro-controlador será capaz de controlar en forma segura la generación de ozono en la cámara de plasma. La programación del *software* estará organizada por una máquina de tiempos que sincronizará el *firmware* y las aplicaciones, de modo que permitirá la perfecta armonía entre ambos, potenciando la capacidad del equipo para atender a todos sus periféricos sin problema.

Características y prestaciones

El diagrama general del equipo se presenta en la Figura 6.

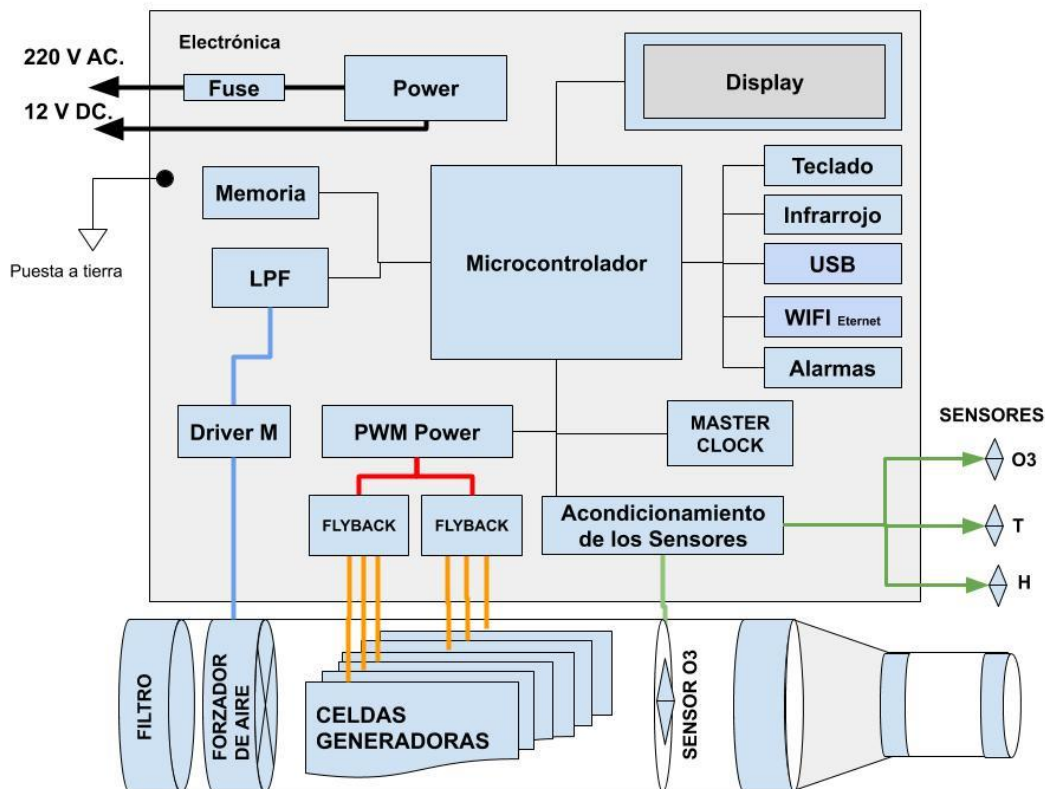


Figura 6. Diagrama general del cañón de ozono desarrollado por el IAR.

Figure 6. General diagram of the ozone cannon developed by the IAR.

Las principales componentes son:

- Micro-controlador que recibe inputs de los sensores externos e internos, y controla todas las funciones del equipo de acuerdo a un *software* específico.
- Los sensores externos que informan temperatura, humedad y concentración de ozono. Hay sensores locales y sensores remotos que permiten controlar el estado de la cámara de plasma y del recinto a desinfectar.

- Cámara de generación de ozono formada por celdas de DBD, con una capacidad para producir unos 5 g de ozono por hora por celda (el número total de celdas dependerá del modelo, típicamente para un equipo medio, se usarán unas 6 celdas o placas).
- Un forzador de aire, controlado por el micro, que inyectará el oxígeno tomándolo del ambiente.
- Un reloj para temporizar y sincronizar las tareas.
- Una serie de interfaces que incluyen pantalla LCD, alarmas, entrada USB para almacenar datos y cargar *software*, *wifi*, teclado, etc.
- Alimentación 220 V AC.

Una visualización del equipo es mostrada en la Figura 7.

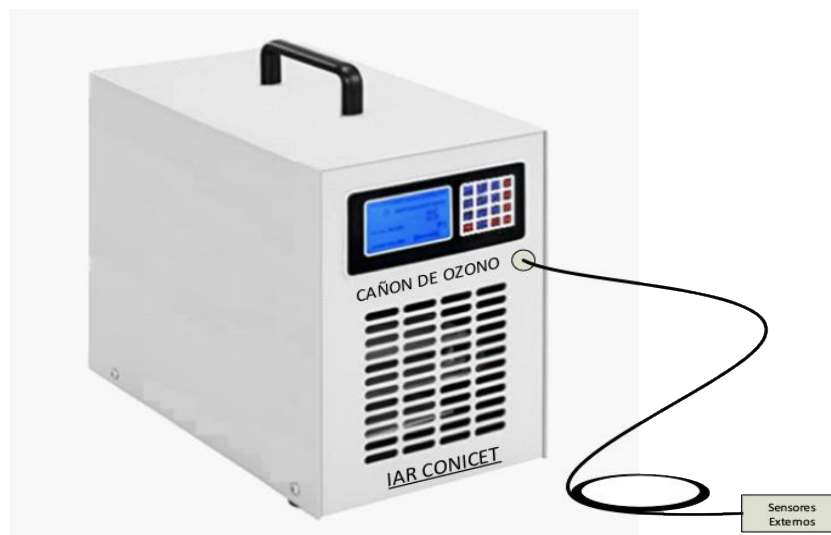


Figura 7. Aspecto externo del cañón de ozono desarrollado por el IAR. El modelo final muy probablemente se conectará con los sensores en forma inalámbrica.

Figure 7. External appearance of the ozone cannon developed by the IAR. The final model will most likely connect to the sensors wirelessly.

El equipo final permitirá inactivar en forma completa la carga viral en todo tipo de ambientes cerrados por medio de una gran concentración de ozono (> 20 ppm) generada en un lapso corto (del orden de 10 minutos) creando lo que se denomina un “shock” de ozono. La concentración necesaria de O₃ en el aire para que la carga viral se neutralice (así como la de gérmenes y bacterias, cuyas membranas externas son igualmente afectadas por el gas) depende de variables como la temperatura y la humedad, por lo que cambia de una aplicación a otra y debe determinarse *in situ* mediante los sensores que dispone este equipo. El cañón luego optimiza el funcionamiento para lograr el efecto deseado en el menor tiempo posible dadas las condiciones de cada ambiente, e indica por medio de alarmas cuándo la desinfección se ha completado.

El equipo desarrollado permitirá la actividad humana en forma más segura en muy diferentes ámbitos que son imprescindibles para el funcionamiento social y económico, incluyendo vehículos de transporte, oficinas, aulas, espacios públicos, baños, gimnasios, comedores, etc. La desinfección permanente con químicos de esos espacios es extremadamente onerosa, no totalmente efectiva y puede traer consecuencias indeseadas para la salud de la población.

Recomendaciones para uso eficiente

Si bien hasta el momento, y en todo el mundo, no se han registrado casos letales por intoxicación de ozono, la OMS establece límites y medidas para la exposición

humana (no se recomiendan concentraciones mayores a 0.2 ppm, ver OMS 2006). En casos de sobreexposición, se han reportados síntomas de irritación debido a la sobre oxigenación de las mucosas. Es por esta razón que el equipo debe ser aplicado en ausencia de seres humanos. El equipo se podrá activar local o remotamente, y detendrá su acción al alcanzarse el nivel de esterilización adecuado. Entonces informará que la tarea finalizó y entregará un reporte (puede programarse para que sea vía web o por email). Dado que el gas de ozono difunde, alcanza todo el volumen y todas las superficies del recinto. En esto el ozono se diferencia de la luz UV, que debe alcanzar en forma directa las superficies a desinfectar. Es claro que las concentraciones adecuadas para la desinfección efectiva sólo se lograrán si el recinto está cerrado, de forma que el gas pueda acumularse antes de decaer el ozono por interacción con el medio.

La aplicación del cañón de ozono se recomienda entre dos ocupaciones sucesivas de un mismo espacio, vehículo, etc. Esto permite asegurar que no habrá contagios de un grupo humano a otro, aunque no dentro del mismo grupo si se diera el caso de que uno de los miembros del grupo estuviere infectado. Por eso, a fin de evitar al máximo la posibilidad de contagios, se sugiere complementar la utilización del cañón con medidas como la toma de temperatura de todas las personas que ingresen al recinto, a fin de detectar potenciales enfermos, y el uso de alfombras esterilizantes con productos químicos en la entrada de los recintos, a fin de que no se ingrese el virus desde el exterior luego de la esterilización.

El método de esterilización por ozono se basa en la oxidación, por lo que la exposición reiterada a altas concentraciones de ozono de equipamiento oxidable debería evitarse a fin de no dañar maquinaria delicada. En esos casos el ozono puede reemplazarse por esterilización UV.

Por otro lado, la exposición de alimentos, muebles, papeles, camillas, vajilla, etc. es perfectamente segura. El ozono decae rápidamente en contacto con el aire y la radiación solar, por lo que desaparece naturalmente luego del proceso de esterilización de un ambiente.

Conclusiones y proyección

Se ha diseñado y está en la fase final de desarrollo un dispositivo capaz de esterilizar una gran variedad de ambientes cerrados, incluyendo vehículos y transportes, por medio del uso controlado de ozono como agente destructor de la carga viral. El equipo usa una tecnología basada en una cámara de plasma frío formada por placas de DBD a las que se excita por medio de una frecuencia controlable. La potencia se regula con un procesador que además recibe la información de una batería de sensores tanto internos como externos. Esto permite asegurar que se logran las concentraciones y exposiciones necesarias para que los ambientes queden libres de su carga viral. Como efecto secundario, se destruye también la carga de gérmenes y bacterias, disminuyendo la posibilidad de propagación de otras enfermedades además del COVID-19.

La principal diferencia entre el producto desarrollado y los llamados “ozonizadores” que pueden encontrarse en el mercado es que la tecnología usada permite asegurar la eficacia de la esterilización al 1) generar la cantidad necesaria de ozono, y 2) controlar el proceso en forma inteligente con realimentación de información desde el entorno.

Es de esperar que la planificación en higiene y seguridad sanitaria incorpore este tipo de equipamientos a fin de minimizar la posibilidad de rebrotes durante el período post-pandemia. De esa manera se logrará facilitar la recuperación económica cuidando la salud y bienestar de la población.

En el campo científico-tecnológico, el cañón de ozono desarrollado es un ejemplo más de la versatilidad de la tecnología que resulta como retorno inmediato de la inversión en ciencia básica.

Financiamiento

Este proyecto ha sido financiado por el “PROGRAMA DE ARTICULACION Y FORTALECIMIENTO FEDERAL DE LAS CAPACIDADES EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA COVID-19”. Id: BUE 15. GER es Investigador Superior del CONICET. MS es Técnico Principal del CONICET. DP y LG son Profesionales Principales de CONICET.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo del CCT La Plata, CONICET, y en especial a su Directora la Dra. Gloria Chicote, así como a los sectores de Prensa y Vinculación de esa institución. También agradecemos a Gonzalo Márquez y María Clara Lima de la UNLP por ayuda y asesoramiento y a Ricardo de Dicco y Juan Pedrosa de ADIMRA por vinculación. Un agradecimiento especial para la Concejala Ana Herran Castagneto que impulsó la declaración del proyecto como de interés municipal.

Referencias bibliográficas

Dubuis, M-E., Dumont-Leblond, N., Laliberté, C., Veillette. M., Turgeon, N., Jean, J., et al. (2020) Ozone efficacy for the control of airborne viruses: Bacteriophage and norovirus models. *PLoS ONE* 15(4): e0231164.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231164>

Hudson, J.B., Sharma, M., y Petric, M. (2007). Inactivation of Norovirus by ozone gas in conditions relevant to healthcare. *Journal of Hospital Infection*, 66, 40-45.

<https://doi.org/10.1016/j.jhin.2006.12.021>

Hudson, J.B., Sharma, M., y Vimalanathan, S. (2009). Development of a practical method for using ozone gas as a virus decontaminating agent. *Ozone: Science & Engineering*, 31 (3), 216-223. <https://doi.org/10.1080/01919510902747969>

OMS (2006). Material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Guías de Calidad del Aire.

https://www.who.int/publications/list/who_sde_phe_oeh_06_02/es/

Ono, R. y Oda, T. (2007). Ozone production process in pulsed positive dielectric barrier discharge. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 40, 176–182.

https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/2007JPhD...40..176O/doi:10.1088/0022-3727/40/1/011

Pékarek, S. (2013). Asymmetric properties and ozone production of surface dielectric barrier discharge with different electrode configurations. *The European Physical Journal D*, 67: 94, 1-7. <https://doi.org/10.1140/epjd/e2013-30723-4>

Portugal, S., Roy, S., y Lin, J. (2017). Functional relationship between material property, applied frequency and ozone generation for surface dielectric barrier discharges in atmospheric air. *Scientific Reports* 7, 6388, 1-11.

<https://doi.org/10.1038/s41598-017-06038-w>

Shinriki, N., Ishizaki, K., Yoshizaki, T., Miura, K., y Ueda, T. (1988). Mechanism of inactivation of tobacco mosaic virus with ozone. *Water Research*, 22 (7), 933-938.

Zhang, X., Lee, B.J., Im, H.G., y Cha, M.S. (2016). Ozone production with dielectric barrier discharge: Effects of power source and humidity. *IEEE Transactions On Plasma Science*, 44(10), 2288-2296. <https://doi.org/10.1109/TPS.2016.2601246>

Efectos del Aislamiento, Social, Preventivo y Obligatorio (ASPO) por COVID-19 en la infancia. Cuidados, vulnerabilidades y afrontamiento.

María Susana Ortale^{1,2}; Javier Alberto Santos ^{1,3}

¹ Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, ² Centro Interdisciplinario de Metodología en Ciencias Sociales (CIMECS/IdIHCS CONICET-UNLP), ³

javier.santos@cic.gba.gob.ar

Resumen. Los efectos provocados por el COVID en la vida cotidiana requieren particular atención en la infancia por la dependencia de los adultos para acceder a recursos y experiencias que favorezcan el bienestar y la menor autonomía y posibilidades que poseen para proveerse de un entorno apropiado a sus necesidades y potencialidades.

Para ello, el proyecto aborda los efectos del aislamiento social, preventivo y obligatorio (ASPO) en la alimentación, en el desarrollo psicosocial y socioemocional, en los aprendizajes escolares, en las actividades recreativas, en la socialización con pares, en los afectos y en los vínculos parentales. El interés se centra en cómo se llevan a cabo y perciben los cuidados (cuidarse, ser cuidado y cuidar en el marco de la pandemia) tanto por parte de los adultos como desde la propia experiencia y perspectiva de niños, niñas y adolescentes, teniendo especial preocupación en quienes viven en contextos de vulnerabilidad.

En síntesis, el objetivo general es conocer y dimensionar la incidencia del ASPO en las actividades y relaciones cotidianas y dar conocer -y dimensionar- los efectos del aislamiento en niños, niñas y adolescentes, su incidencia en las actividades y relaciones cotidianas y dar cuenta de las estrategias implementadas por los hogares para atenderlos y la presencia de programas sociales y redes comunitarias en el cuidado infantil.

Su desarrollo se basa en un diseño metodológico mixto secuencial en tres momentos. En el primero se implementó un abordaje de corte cualitativo centrado en entrevistas semidirigidas individuales y grupales por videollamada y videoconferencia a una muestra intencional de referentes comunitarios, de salud y de educación. El segundo consistió en un abordaje cuantitativo realizado sobre una muestra representativa de escuelas públicas y privadas de nivel

inicial, primario y secundario a través de las cuales se realizaron encuestas online y telefónicas semiestructuradas a hogares con niños, niñas y adolescentes (de 3 a 17 años de edad) de La Plata, Berisso y Ensenada. En el tercer momento se procedió a relevar las experiencias de los niños, niñas y adolescentes a través de dispositivos ad hoc centrados en producciones escritas y artísticas. Los resultados del estudio permiten recuperar de manera integral, los efectos del ASPO en la población de niños niñas y adolescentes, identificando la desigualdad que ellos expresan en distintas dimensiones de la vida cotidiana, cómo se tramitan los cuidados y se manifiestan modalidades de afrontamiento.

Palabras clave: cuidados; infancia; aislamiento; COVID-19; afrontamiento

Recibido: 29/09/2020 Aceptado: 09/10/2020

DOI: <https://doi.org/10.24215/26838559e023>

Effects of social, preventive and mandatory Isolation (SPMI) on infancy due to COVID-19.

Abstract. *The effects caused by COVID in daily life require particular attention in childhood due to the dependence on adults to access resources and experiences that favor wellbeing, and because the less autonomy and possibilities they have to provide themselves with an environment that is appropriate for their needs and potentialities.*

Hence, the project addresses the effects of social, preventive and compulsory isolation (ASPO, Spanish acronym) on feeding, psychosocial and emotional development, school learning, recreational activities, peer socialization, affection and parental ties. The research focuses on how care (taking care of oneself, being cared and caring for others during the pandemic) is pursued and perceived both by adults and children and adolescents themselves, specially concerning about those living in contexts of vulnerability.

In summary, the general aim is to know and size the incidence of ASPO in daily activities and relationships and to account and size the effects of isolation on children and adolescents, its impact on daily activities and relationships and identify the household strategies to nurse them and the social programs and community networks involved in child care.

The research is based on a sequential mixed methods design with three moments or steps. The first step implies a qualitative approach focused on individual and group semi-structured interviews carried out by phone or video call. The sample was intentional and involved community, health and education key people. The second step consisted on a quantitative approach over a representative sample of public and private schools, including kindergarten, primary and secondary schools. It involved a phone and online poll through a semi-structured questionnaire to households with children and adolescent (from 3 to 17 years old) of La Plata, Berisso and Ensenada. The third step aimed at identifying children and adolescents' experiences through ad hoc devices focused on written and artistic outputs.

The results of the investigation show the incidence of ASPO on children and adolescents in a comprehensive way, identifying the inequalities that the effects express in different dimensions of daily life, how the care are addressed and how the modes of coping are rehearsed.

Keywords: *care; childhood; isolation; COVID-19; coping*

Novedad u originalidad local en el conocimiento

Las transformaciones profundas que en la vida cotidiana ha provocado la irrupción del COVID-19 tienen inevitablemente una repercusión en la población infantil. Distintos informes dan cuenta de los efectos del ASPO en los hogares a nivel nacional (Comisión Ciencias Sociales COVID-19, 19/4/2020), focalizados en hogares con niñas, niños y adolescentes (UNICEF, 2020) y particularmente asociado al impacto emocional del ASPO en población joven y adulta (IPSIBAT, 2020).

La falta de espacio y de posibilidades de movimiento, la falta de contacto social y corporal, problemas de salud o malestares físicos no atendidos, la modificación de rutinas, cambios en la alimentación, la incorporación imperativa de normas de

higiene, de proxemia, entre otras circunstancias, motivadas por las medidas derivadas de la irrupción repentina del COVID-19, tiene efectos materiales, relacionales, subjetivos de diversa índole en los distintos sectores sociales y en función de las características propias de cada etapa de la vida. Particularmente, además de las dificultades para la continuidad educativa se están observando manifestaciones psíquicas del aislamiento como fenómenos a observar y atender. Ante ello, organismos como UNICEF, denotan especial preocupación por los niños, niñas y adolescentes que viven en contextos de vulnerabilidad. Para este organismo, son ellos las víctimas ocultas de la pandemia y quienes se exponen a un sinnúmero de riesgos.

En este marco, la novedad / originalidad local del conocimiento que aborda el proyecto, de carácter interdisciplinario, radica en relevar información primaria sobre aspectos conocidos y emergentes producto del ASPO sobre la infancia para el contexto específico de La Plata, Berisso y Ensenada.

Grado de relevancia

El relevamiento propuesto brinda la posibilidad de abordar factores extrahogareños y hogareños (asociados con las creencias / comportamientos / actitudes de protección o deteriorantes) que actúan en los hogares con niños, niñas y/o

adolescentes de La Plata, Berisso y Ensenada¹ y de conocer cómo influyen en su bienestar. Esto implica conjugar el deber de la norma (obligatoriedad) y el bien común (deseabilidad/legitimidad) alrededor del cuidar, cuidarse y ser cuidado en el marco de esta pandemia, atendiendo a cómo la desigualdad se pone de manifiesto en estos procesos.

Los problemas objeto de relevamiento se distribuyen de manera desigual en la población y la mayor vulnerabilidad de algunos grupos refleja su exposición a diversos factores de riesgo. A la vez, la indagación pone de manifiesto representaciones y prácticas singulares que pueden ser vistas como estrategias de protección.

Asimismo, el proyecto aporta a interpretaciones sobre los cambios en la subjetividad infantil que eluden la tendencia a la psicopatologización.

La representación adultocéntrica y normativa de la infancia como “mundo feliz”, ya no es evidente para la minoría de quienes la sostenían y tal vez gozaban. El estrés,

¹ Estos distritos conforman un aglomerado urbano formado alrededor de La Plata, capital de la provincia de Buenos Aires. Está compuesto por parte de la población urbana del partido de La Plata, y por la población urbana de los partidos de Ensenada y Berisso. En el censo de 2010 se contabilizaron 787.294 habitantes en su zona urbana, totalizando 799.523 si se incluyen los residentes en áreas suburbanas, concentrada particularmente en La Plata.

Ensenada y Berisso ocupan franjas costeras sobre el Río de La Plata, el partido de La Plata se extiende al sur de ellos. Según el censo 2010, Ensenada contaba con 56.729 habitantes, Berisso con 88.470 y La Plata con 654.324.

siempre presente, se ha generalizado y profundizado y es posible comprender sus manifestaciones como expresión de afrontamiento del malestar cuya adquisición constituye un bagaje de recursos para abordar problemas actuales y futuros.

Se entiende que la identificación de las mismas contribuirá a la elaboración de propuestas y a la toma informada de decisiones públicas y a promover su mejoramiento.

Grado de pertinencia

Los cuidados son una necesidad multidimensional de todas las personas en todos los momentos del ciclo vital, aunque en distintos grados, dimensiones y formas. Constituyen la necesidad más básica y cotidiana que permite la sostenibilidad de la vida (Canetti, Cerruti y Girona, 2015).

En la medida en que las dimensiones subsumidas en un concepto se definen –entre otras cuestiones- en función del propósito y de la población a ser estudiada, acotamos esta noción general sobre el cuidado, comprendiéndola como las actividades y relaciones orientadas a alcanzar los requerimientos físicos y emocionales de niños en el marco de las normativas implementadas alrededor de la prevención y control del COVID-19, y de las posibilidades socioeconómicas dentro de los cuales se llevan a cabo.

El problema que abordaremos se ubica pues en el campo de los derechos sociales, inherentemente colectivos, que tienen como objetivo garantizar el bienestar,

expresan el valor de la igualdad y la solidaridad y requieren de la actuación del Estado. Los mismos son observados desde la perspectiva de los Derechos del niño: sujetos con características, necesidades y demandas específicas, que requieren de especiales cuidados, y con necesidades centrales a ser garantizadas como la adecuada nutrición, fundamental para el desarrollo físico, cognitivo y para el desempeño escolar.

Como señalan numerosos estudios, los países que más se ocupan e invierten en la infancia han logrado cambios significativos en el bienestar no sólo en la población infantil sino en el conjunto de la sociedad (UNICEF, 2013). Asumiendo con G. Berlinguer (1994) que las enfermedades colectivas, en distinta medida, involucran sufrimiento, diversidad, peligro, culpa, pero también señal y estímulo, apostamos a que nuestra contribución responda a las dos últimas facetas, de carácter positivo y transformador. También, a que las facetas negativas, a las que contribuye la incertidumbre de la nueva epidemia, y la desorientación abonada por los medios de comunicación, represente una ventana de oportunidad, un acicate para emprender los cambios requeridos que, en distintos niveles y sectores, esta situación puso en evidencia.

Grado de demanda

Ante lo novedoso y excepcional de la pandemia y del contexto que ha configurado, los organismos de Ciencia y Técnica nacionales y provinciales promovieron

rápidamente iniciativas dirigidas a prevenirla, controlarla, atenderla y a comprender y resolver distintos aspectos vinculados a la misma, entre ellos, los efectos sociales y subjetivos. En especial, interesaba atender problemáticas que aventuraban la profundización de la vulnerabilidad socioeconómica y la ampliación de la desigualdad y sus efectos en los niños. Atendiendo a su bienestar y a la singularidad de los procesos y factores que le subyacen, resultaba imperativo un abordaje relacional que incluyera al conjunto de actores que participan significativamente en el bienestar infantil proveyendo cuidados y protección a las dimensiones enunciadas (alimentación, desarrollo, educación, socialización, etc.).

En síntesis, el contexto puso de manifiesto la importancia de los cuidados como problema social que requiere atención pública. La pandemia hizo aflorar lazos sociales de cuidados mutuos, redes de solidaridad que están morigerando el impacto del ASPO. Pero esos lazos, y los recursos que a través de ellos se canalizan, son acotados en el tiempo y finitos cuando se expanden las necesidades y los necesitados. La concepción de esos procesos sobre los que hay que intervenir, debería apoyarse en la cobertura de las necesidades reconocidas como derecho y en la calidad de vida, logrando que la economía se base en -y apoye- el cuidado de los niños/as/adolescentes.

Esto involucra la consideración de los programas y acciones públicas de cuidado para los niños y las niñas en su primera infancia, destacando su importancia en compensar las desigualdades como las de clase, etarias y de género. En esa

dirección, presentan los aportes que el enfoque de derechos le imprimiría al cuidado infantil, en la ampliación de sus derechos y materialización de su ciudadanía.

Desarrollo de productos

El proyecto desarrolla como productos: a) Informes sobre las distintas dimensiones abordadas en el proyecto específicas de la población infantil: cuidados, alimentación, salud, desarrollo psicológico, escolarización, actividad física, otras actividades recreativas/de ocio, higiene, sueño, formas de sociabilidad²; b) Materiales didácticos sobre higiene, contaminación, prevención de infecciones y cuidados personales, de terceros y del entorno, recuperando -en caso de ser posible- dibujos elaborados por los niños/as; c) Un dispositivo de abordaje conceptual y metodológico replicable en cualquier distrito de la provincia de Buenos Aires; y d) A través de las expresiones de los propios niños, niñas y adolescentes se intenta identificar cómo el contexto de estrés ha promovido aprendizajes y recursos de afrontamiento.

² Como ejemplo de productos del proyecto, se pueden consultar los siguientes links:

a) <https://ceren.cic.gba.gov.ar/wp-content/uploads/2020/05/ASPO-E-INFANCIA-CEREN-CIC-PBA-S%C3%ADntesis-de-resultados.pdf>

b) <https://ceren.cic.gba.gov.ar/wp-content/uploads/2020/08/Covid-e-Infancia.-Sobre-las-manifestaciones-del-estr%C3%A9s-y-su-patologizaci%C3%B3n.-CEREN-CIC-PBA.pdf>

Financiamiento

Este proyecto, denominado "Condiciones de vida de los hogares y cuidados frente al aislamiento social preventivo y obligatorio por COVID-19 en La Plata, Berisso y Ensenada. Estado de situación del bienestar infantil y propuestas", cuenta con el financiamiento del Programa de Articulación y Fortalecimiento Federal de las Capacidades en Ciencia y Tecnología COVID-19" del Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Nación. Está radicado en el Centro de Estudios en Nutrición y Desarrollo Infantil (CEREN), centro propio de la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CICpBA).

La participación de los integrantes del equipo: investigadoras/es, profesionales de apoyo, becarias/os y técnicos, en orden alfabético: Corina Aimetta; Nicolás Aliano; Federico Álvarez; Mariela Cardozo; Adelaida Colángelo; Lautaro González; Ana Laguens; Sandra Marder; Pilar Pi Puig; Maira Querejeta; Eugenia Rausky; Juliana Ravazzoli; Justina Romanazzi; Carola Ruiz; Adriana Sanjurjo; Mariángeles Vallejos; Diana Weingast y Ricardo Wright, es posible por su financiamiento a través de la CICpBA, UNLP y CONICET.

Agradecimientos

A la Dirección General de Escuelas y Cultura de la Pcia. de Buenos Aires, a Verónica Sosa (Jefa de la Región Educativa 1), a Silvia Cardarelli y Lía Zárate (Subsecretaría de Educación de la Municipalidad de La Plata), a la Prof. Ana M. García Munitis

(directora del Colegio Nacional UNLP), a María Teresa Coradazzi (Inspectora Jefe de Región 1 DIEGEP), a Carlos Naón, presidente de la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CICpBA), a Rosana Valera, Ezequiel Saravia, María Elena Vela y Luciano Andrini (CICpBA), a la Subsecretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva del Ministerio de la Producción de la provincia de Buenos Aires.

Referencias bibliográficas

Berlinguer, G. (1994). *La enfermedad. Sufrimiento, diferencia, peligro, señal, estímulo*. Buenos Aires: Lugar Editorial.

Canetti, A.; Cerutti, A. y Girona, A. (2015). Derechos y sistemas de cuidados en la infancia. Contextos y circunstancias que pueden comprometer el desarrollo y el bienestar infantil. En I. Tuñón (coord.) *Desafíos del desarrollo humano en la primera infancia*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Biblos.

Instituto de Psicología Básica, Aplicada y Tecnología (IPSIBAT- CONICET, UNMDP) (2020). COVID-19, encierro e impacto emocional. Proyecto a cargo de Sebastián Urquijo, María Laura Andrés y Lorena Canet. Consultado el 15/4/2020 en: <https://mardelplata-conicet.gob.ar/covid-19-encierro-e-impacto-emocional/>

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación (MINCYT-CONICET-ANPCyT) (2020). Informe de la Comisión de Ciencias Sociales de la Unidad Coronavirus COVID-19. Relevamiento del impacto social de las medidas del

Aislamiento dispuestas por el PEN. Consultado el 25/4/2020 en <https://sociales.unc.edu.ar/content/covid-19-informe-sobre-el-impacto-social-de-las-medidas-de-aislamiento>

UNICEF (2013). Bienestar infantil en los países ricos: un panorama comparativo. Report Card N° 11 de Innocenti. Florencia: UNICEF. Disponible en: http://www.unicef-irc.org/publications/pdf/rc11_spa.pdf

UNICEF (2020). Encuesta de Percepción y Actitudes de la Población. Impacto de la pandemia y las medidas adoptadas por el gobierno sobre la vida cotidiana de niñas, niños y adolescentes. <https://www.unicef.org/argentina/comunicados-prensa/covid-19-unicef-encuesta-percepcion-poblacion>

Los pueblos indígenas son parte de la solución

Alternativas comunitarias de cuidado frente a la crisis sanitaria

Carolina Maidana ¹; Alejandro Martínez ²; Liliana Tamagno ²; Stella Maris García ²; Diego Bermeo ³; Lucía Aljanati ²; Laura Aragon ²; Nadia Voscoboinik ²; Sofía Silva ²; Fernanda Alonso ²; Paloma Romero Gozzi ⁴; Facundo Escobar ⁵; Juan Manuel Di Socio ⁶

¹CONICET/LIAS-FCNyM-UNLP - lias@fcnym.unlp.edu.ar, ²LIAS-FCNyM-UNLP; ³Facultad de Trabajo Social-UNLP; ⁴FCNyM-UNLP; ⁵Facultad de Periodismo y Comunicación Social-UNLP; ⁶Universidad Nacional Arturo Jauretche

Resumen: *La pandemia de coronavirus pone de manifiesto el modelo de sociedad que comenzó a imponerse a nivel mundial a partir del siglo XVII (de Souza Santos 2010). Una de las características esenciales de este modelo es la apropiación violenta y devastadora de la naturaleza, de los “bienes comunes”, de “nuestro hogar común”, de “nuestra madre tierra”, en términos de los pueblos indígenas, cuyos sistemas de valores/cosmovisiones/ontologías orientan las relaciones hacia la alteridad humana y no humana en términos de reciprocidad/don/protección y no de producción y apropiación depredatoria. De allí que aparezca la expresión “los pueblos indígenas son parte de la solución” para dar cuenta de que sus prácticas y conocimientos colectivos-comunitarios constituyen alternativas de vida que pueden aportar a la reducción de fenómenos como el calentamiento global, la pérdida de biodiversidad, la ocurrencia cada vez más frecuente de eventos climáticos extremos y el brote de epidemias y pandemias como la ocasionada por el virus SARS-CoV-2. Esta situación, que conmociona al mundo entero, nos convoca a aunar esfuerzos para enfrentar los nuevos desafíos que plantea y los viejos problemas que agudiza.*

En el caso de los pueblos indígenas de Argentina, los efectos de la pandemia han exacerbado las complejas situaciones que estos colectivos venían enfrentando en torno a la salud, la educación, el ambiente, la alimentación, el trabajo, el acceso a la información, la judicialización, la criminalización y el racismo. Esto plantea la necesidad de profundizar en el conocimiento de las formas en que se han agravado desigualdades preexistentes, a los fines de proponer medidas

concretas para su atención. A su vez, las comunidades indígenas están cumpliendo con mucho esfuerzo la medida de Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO) establecida por Decreto 297/2020, movilizándolo y desplegando saberes y prácticas colectivas-comunitarias ante la preocupación por adecuar su dinámica sociocultural a los requerimientos de este decreto. Elaboramos entonces el proyecto "Saberes y prácticas indígenas en un contexto de emergencia sanitaria: aportes a la salud, la educación y el ambiente en el marco de la planificación de estrategias de control, prevención y monitoreo del covid-19", a los fines de profundizar en el conocimiento y evaluación del impacto del ASPO en los pueblos indígenas, pero también y fundamentalmente, para reconocer y registrar conocimientos y prácticas que -fundadas en el don y la reciprocidad- pueden constituir, en este estado de las cosas, un aporte a la resolución de problemáticas emergentes y al diseño e implementación de programas sociales que los involucren. Para ello hemos propuesto una metodología que prioriza el respeto y el compromiso con los sujetos junto a los cuales construimos conocimiento y, dados los sabidos condicionamientos que restringen hasta hoy la circulación y reunión de personas en todo el territorio nacional, la puesta en marcha de técnicas propias de una "etnografía digital" que nos permitirá alcanzar los objetivos propuestos respetando las medidas preventivas: observación y entrevistas "a distancia" mediadas por distintas tecnologías (plataformas de video conferencia, servicios de telefonía y mensajería instantánea, correos electrónicos, redes sociales, entre otras.). Los pueblos indígenas deben formar parte de la planificación de estrategias de control, prevención y monitoreo del COVID-19. No se puede y no se debe subestimar el valor de sus prácticas y conocimientos, que revisten una singular importancia en esta coyuntura de emergencia sanitaria, al representar otras posibles formas de "cuidarse entre todos". Y, en este sentido, son esenciales también para encontrar soluciones a futuro, es decir, para pensar otras emergencias en la pospandemia.

Palabras clave: pueblos indígenas; pandemia; cuidados; diálogo de saberes

Recibido: 01/10/2020 Aceptado: 08/10/2020

DOI: <https://doi.org/10.24215/26838559e024>

Indigenous peoples are part of the solution

Community care alternatives in the face of the health crisis

Abstract: *The coronavirus pandemic illustrates the model of society that began to be imposed globally since the 17th century (de Souza Santos 2010). One of the essential characteristics of this model is the violent and devastating appropriation of nature, of the "common goods" of "our common home", of "our mother earth", in terms of indigenous peoples, whose value systems/cosmovision's/ontologies orient relations toward human and non-human otherness in terms of reciprocity/gift/protection rather than production and predatory appropriation. This is why the expression "indigenous peoples are part of the solution" appears, to show that their collective-community practices and knowledge constitute alternative ways of life that can contribute to the reduction of phenomena such as global warming, loss of biodiversity, the increasingly frequent occurrence of extreme climate events, and the outbreak of epidemics and pandemics such as that caused by the SARS-CoV-2 virus. This situation, which shocks the entire world, calls on us to join forces to face the new challenges it poses and the old problems it exacerbates.*

In the case of the indigenous peoples of Argentina, the effects of the pandemic have exacerbated the complex situations that these groups have been facing in the areas of health, education, environment, food, work, access to information, judicialization, criminalization, and racism. This raises the need to deepen the knowledge of the ways in which pre-existing inequalities have been aggravated, in order to propose concrete measures for their attention. At the same time, indigenous communities are making a great effort to comply with the measure of Preventive and Obligatory Social Isolation (ASPO, Spanish initials) established by Decree 297/2020, mobilizing and deploying collective-community knowledge and practices in order to adapt their socio-cultural dynamics to the requirements of this decree. We developed the project "Indigenous Knowledge and Practices in a Health Emergency Context: Contributions to Health, Education and the Environment in the Framework of Planning Strategies for the Control, Prevention and Monitoring of Covid-19", with the aim of deepening knowledge and evaluating the impact of ASPO on indigenous peoples, but also and fundamentally, to recognize and record knowledge and practices that - based on gift and reciprocity - can constitute, in this state of things, a contribution to the resolution of emerging problems and the design and implementation of

social programs that involve them. To this end, we have proposed a methodology that prioritizes respect and commitment to the subjects with whom we build knowledge and, given the known conditions that so far restrict the movement and gathering of people throughout the national territory, the implementation of techniques characteristic of a "digital ethnography" that will allow us to achieve the proposed objectives while respecting preventive measures: observation and interviews "at a distance" mediated by various technologies (video conference platforms, telephone and instant messaging services, emails, social networks, among others.)

Indigenous peoples must be part of the planning of strategies for control, prevention and monitoring of COVID-19. The value of their practices and knowledge cannot and should not be underestimated, as they are of singular importance in this health emergency situation, representing other possible ways of "taking care of each other". In this sense, they are also essential for finding future solutions, that is, for thinking about other post-pandemic emergencies.

Keywords: indigenous peoples; pandemic; care; dialogue of knowledge

Novedad u originalidad local en el conocimiento

En Argentina, el último Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas (2010) registró casi un millón (955.032) de personas que se reconocen como indígenas. El 82% de este total (782.171) se asienta en zonas urbanas. En la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA) aproximadamente 248.516 personas pertenecen a alguno de los 40 pueblos indígenas actualmente reconocidos en el país y 46 comunidades con personería jurídica registrada o en proceso de estarlo. Si bien estos números representan subregistros -originados en diversos criterios de identificación, lógicas clasificatorias y modos de implementación de las herramientas censales- dan cuenta de presencias históricamente negadas e

invisibilizadas. Ante la situación de pandemia se renueva la necesidad de comprender que el diseño de toda política pública debe partir inexorablemente del reconocimiento de las trayectorias de los pueblos indígenas y su situación actual. Por ello este planteo surge desde distintos campos disciplinares y proyectando una articulación con el Estado, para profundizar en el conocimiento de cómo transitan esta peculiar coyuntura los pueblos indígenas en la RMBA, de qué forma la emergencia sanitaria y las medidas de aislamiento preventivo y obligatorio impactan sobre su cotidianeidad social, laboral y educativa, y qué saberes colectivos comunitarios se ponen en juego para responder a la situación actual. El trabajo se desarrollará junto a tres comunidades pertenecientes a los Pueblos Indígenas Qom, Ava guaraní y Tonokote, las dos primeras están ubicadas en la periferia de la ciudad de La Plata y la última en el municipio de Florencio Varela.

Grado de relevancia

La relevancia del proyecto está dada, por un lado por la necesidad de responder a las difíciles situaciones que atraviesan los pueblos indígenas: se ha paralizado el empleo informal (una de las principales fuente de ingresos de las comunidades); han incrementado las situaciones de racismo; se han profundizado las dificultades que en muchas zonas existen para obtener agua potable, tener recolección de residuos, acceder a la atención médica y medicamentos; se han puesto de

manifiesto las condiciones de hacinamiento en las que viven muchas comunidades, se observan impedimentos para acceder a la entrega de alimentos en comedores y/o escuelas (muchos cerraron o no alcanzan a cubrir las necesidades barriales/comunitarias en el nuevo contexto); la continuidad pedagógica se ve limitada por los problemas en la disponibilidad de dispositivos digitales y conectividad a internet y las comunidades vienen padeciendo dificultades para contar con insumos como tapabocas, lavandina y alcohol. Por otro, la relevancia radica en la posibilidad de pensar, a partir del diálogo de saberes, alternativas de control, prevención y monitoreo del COVID-19.

Grado de pertinencia

El cuidado de la salud es un proceso socialmente situado, en tanto las prácticas y las representaciones que pone en juego no se producen en un vacío histórico ni político, ni son llevadas a cabo por una sociedad aislada y homogénea (Colangelo, 2009). Así este proyecto se orienta a aportar elementos para el diseño y desarrollo de programas y planes sanitarios de carácter intercultural, entendiendo la interculturalidad en su sentido crítico. No sólo reconociendo la riqueza de las diferentes prácticas y representaciones sino también el hecho de que las relaciones establecidas no serán de carácter equitativo en tanto se den en el marco de una sociedad profundamente desigual y racista. El racismo -que es el modo de relación establecido por el capitalismo a fin de justificar la expropiación y

explotación (Menéndez, 1972)- se expresa no sólo cuando los pueblos indígenas se ven cotidianamente negados, explotados, sujetos a clientelismos de todo tipo y/o privados de sus derechos, sino también cuando su sobrevivencia depende de acciones que no revierten la inequidad y se los reduce a su sola condición de víctimas sin reconocer sus saberes y formas de organización fundadas en experiencias transmitidas de generación en generación. La propuesta de identificar los conocimientos y las prácticas colectivas-comunitarias que desplegadas para enfrentar la emergencia sanitaria se orienta a proponer un diálogo de saberes que, en este contexto de emergencia sanitaria, permita la construcción de soberanía desde los cimientos mismos de la sociedad, siendo los pueblos indígenas parte fundamental de esos cimientos (Tamagno 2020).

Grado de demanda

La Unidad Coronavirus -integrada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MINCyT), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (Agencia I+D+i)- se conformó frente a la crisis sanitaria con el objetivo de poner a disposición las capacidades de desarrollo de proyectos tecnológicos, recursos humanos, infraestructura y equipamiento que puedan ser requeridas para el diagnóstico e investigación sobre COVID-19. En marzo de 2020 la Comisión Ciencias Sociales de esta Unidad convocó a relevar el impacto social

de las medidas del ASPO. En este marco contactamos para una encuesta a referentes indígenas con vasto conocimiento sobre la situación de sus pueblos y comunidades. Tras este relevamiento, junto a otros equipos de investigación, en el mes de abril presentamos un informe titulado “Los efectos socioeconómicos y culturales de la pandemia COVID-19 y del aislamiento social, preventivo y obligatorio en las comunidades indígenas de la RMBA, NOA, NEA y Patagonia” y luego, sumando equipos de investigación de todo el país, presentamos el “Informe ampliado: efectos socioeconómicos y culturales de la pandemia COVID-19 y del aislamiento social, preventivo y obligatorio en los Pueblos Indígenas en Argentina - Segunda etapa, junio 2020-” donde relevamos la situación de 30 pueblos indígenas, advirtiendo la realidad que atraviesan estos colectivos en Argentina y sus reclamos ante derechos vulnerados. Pero, además de las denuncias, los propios referentes indígenas nos convocaron a valorar sus formas organizativas y sus conocimientos, por eso elaboramos este proyecto.

Desarrollo del producto

Nuestra experiencia con los pueblos indígenas nos dice que el vínculo con la universidad los fortalece al permitir que la valoración de lo propio sea percibida desde el afuera y por una institución que reconocen como prestigiosa. Por ello partimos de las recomendaciones presentadas en el “Protocolo de actuación para organismos gubernamentales de la provincia de Buenos Aires que reciben

demandas de personas, comunidades y pueblos indígenas por la efectivización de sus derechos” (2017), para conocer, comprender e indagar este nuevo contexto que genera la pandemia. Dicho documento fue diseñado en el marco de un protocolo adicional al Convenio de Cooperación Técnica y Asistencia Recíproca celebrado entre el defensor del pueblo de la Provincia de Buenos Aires y la Universidad Nacional de La Plata (UNLP)-Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM), que forma parte de las políticas de defensa y promoción de los derechos humanos que la Defensoría del Pueblo de la provincia de Buenos Aires lleva adelante. Dichas recomendaciones son el resultado de una construcción colectiva, de una producción de conocimiento conjunto (Tamagno et al., 2005 – Maidana et. al., 2011) en el marco de una investigación de larga duración desarrollada desde el Laboratorio de Investigaciones en Antropología Social (LIAS) en diálogo con referentes y organizaciones indígenas y con el conocimiento antropológico producido en América Latina sobre los pueblos a los que estos referentes y organizaciones pertenecen:

1. Sobre la diversidad cultural y la autoadscripción. Señalamos que el diseño de toda política indígena debe partir de revisar la conceptualización de la Argentina como país “blanco” y sin “indios” que impide reconocer en toda su dimensión las trayectorias de los pueblos indígenas y su situación actual. En este contexto, se recuperan cifras censales y se indica la centralidad del principio de autoadscripción señalando que no corresponde a los funcionarios de organismos

gubernamentales ni a los especialistas esgrimirse como “censores de indianidad” (Tamagno, 1991), sino que es facultad de las personas y las comunidades definirse como parte de estos pueblos, tal como lo establece el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

2. Sobre la libre determinación. Se indica -con base en la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas- la necesidad de reconocer todas las formas organizativas que se den a sí mismos estos pueblos y, en ese sentido, que el Estado-nación se identifique como plurinacional.

3. Sobre los liderazgos indígenas. Se plantea que los líderes deben ser considerados referentes en cuanto expresan, a nivel individual, las transformaciones, las luchas y las demandas de los colectivos con los cuales se referencian.

4. Sobre la consulta y el consentimiento libre, previo e informado. Se recuerda que es obligación de los Estados consultar a los pueblos indígenas sobre asuntos que los afecten en distintos contextos.

5. Sobre el acceso pleno al sistema de justicia del Estado nacional. Se indica que en todo procedimiento judicial se deben considerar las visiones de mundo de estos pueblos.

6. Sobre las transformaciones y las continuidades en las presencias indígenas. Se señala que al abordar la cuestión territorial es imprescindible considerar el

etnocidio y, al mismo tiempo, el hecho de que las culturas no mueren, sino que se transforman, y que estos procesos implican también movilidad geográfica.

7. Sobre su carácter de sujetos sociales. Se señala que es imprescindible preguntarse sobre quiénes produjeron las acciones que derivaron en las situaciones en que hoy se encuentran los pueblos indígenas, dejando en claro que las mismas son producto de la explotación y la desigualdad y no de condiciones internas de dichos conjuntos.

8. Sobre las lógicas comunitarias. Se indica que lo comunitario no se limita a la territorialidad y tampoco implica necesariamente hablar una lengua particular o compartir una religión: es sentirse parte de un conjunto, por lo cual sus derechos deben ser comprendidos en su carácter de derechos colectivos, a pesar de que la “lógica jurídica”, fundada en una concepción individualista, dificulta la efectivización de estos “derechos colectivos”, que solo tienen cabida en el marco de la persona o personería jurídica.

9. Sobre el concepto de pueblos indígenas. Se explica que el sujeto de derecho es el pueblo indígena y que el reconocimiento de las personerías jurídicas a sus comunidades es consecuencia de esta afirmación.

10. Sobre la historización de las demandas /tensiones / resistencias. Se indica que los acontecimientos que puntualmente generan demandas deben ser comprendidos en la dimensión histórica que los explica.

11. Sobre el racismo presente en el sentido común. Se señala que no debemos perder de vista que el racismo aparece ante los intereses de los sectores dominantes y sus proyectos en el contexto de la sociedad de mercado.

12. Sobre las políticas indígenas. Se concluye que las políticas culturales no deben desvincularse de las demandas sobre la tierra, la salud, la educación, el trabajo y la vivienda.

Respecto a este último punto -que llama la atención respecto de las políticas indígenas que con frecuencia apelan sólo a lo cultural relegando las luchas contra la exclusión, la inequidad socioeconómica y el racismo- se han manifestado un sinnúmero de veces los referentes indígenas con quienes dialogamos señalando que la búsqueda de soluciones requiere ir más allá del marco de referencia eurocéntrico, requiere del reconocimiento de la pluralidad de conocimientos; conocimientos plurales que, como señala de Souza Santos (2020), surgen y se hacen visibles a través de los actos de resistencia de los grupos sociales sometidos a la injusticia, opresión o destrucción sistemática en manos del capitalismo. “Las alternativas entrarán, cada vez con más frecuencia, en la vida de los ciudadanos a través de la puerta trasera de crisis pandémicas, desastres ambientales y colapsos financieros” (de Souza Santos 2020:22).

En el contexto de las consideraciones señaladas cabe alertar que esta producción de conocimiento ya sistematizada operará como basamento y pautas de acción para avanzar con el proyecto indicado. Actualmente, estamos trabajando

problemáticas en torno al acceso y manejo de las tecnologías de la información y comunicación (TICs), para garantizar la conectividad y la disponibilidad de dispositivos. En el contexto de aislamiento el no acceso a las TICs profundiza las desigualdades. Algo que se ha reconocido recientemente a través del DNU 690/20, mediante el cual el Poder Ejecutivo nacional determinó que los Servicios de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) serán considerados servicios públicos esenciales y estratégicos. También, en esta primera etapa se está confeccionando la guía de preguntas de un cuestionario semiestructurado que tiene por objetivo relevar las condiciones de acceso a distintos servicios por parte de las comunidades involucradas e indagar sobre el conocimiento, el acceso a la información y los cuidados llevados adelante en las comunidades en relación al COVID-19. La misma será implementada vía telefónica a los referentes de las tres comunidades con las que trabajamos. La información recopilada se organizará en torno a ejes analíticos, tales como: a) saberes colectivos comunitarios que se ponen en juego para responder a la situación actual y, paralelamente, evaluar la posibilidad de planificar acciones a futuro, ensayando la factibilidad de que actúen como agentes multiplicadores de las experiencias y como gestores de nuevas iniciativas en otras comunidades; b) estrategias para atender problemáticas vinculadas a la subsistencia, la salud, la comunicación, el ambiente, la educación y que aporten a la afirmación identitaria; y c) soluciones

colectivo - comunitarias para enfrentar la crisis sanitaria desde diálogos interculturales.

Referencias bibliográficas

CLACSO (2020). Informe: Los efectos socioeconómicos y culturales de la pandemia COVID-19 y del aislamiento social, preventivo y obligatorio en las comunidades indígenas de la RMBA, NOA, NEA y Patagonia.

<http://antropologia.institutos.filo.uba.ar/anuncio/informe-los-efectos->

[socioecon%C3%B3micos-y-culturales-de-la-pandemia-covid-19-y-del-aislamiento-s](http://antropologia.institutos.filo.uba.ar/anuncio/informe-los-efectos-socioecon%C3%B3micos-y-culturales-de-la-pandemia-covid-19-y-del-aislamiento-s)

Colangelo, M.A. (2009). La salud infantil en contextos de diversidad sociocultural, en: Tamagno, Liliana (comp.) *Pueblos indígenas. Interculturalidad, colonialidad, política*. Buenos Aires: Biblos, 117-127.

de Sousa Santos, B. (2020). La cruel pedagogía del virus. Buenos Aires: CLACSO.

Filo-UBA y otros (2020). Informe ampliado: efectos socioeconómicos y culturales de la pandemia COVID-19 y del aislamiento social, preventivo y obligatorio en los Pueblos Indígenas en Argentina -Segunda etapa.

http://antropologia.institutos.filo.uba.ar/sites/antropologia.institutos.filo.uba.ar/files/info_covid_2daEtapa.pdf

LIAS (2017). Protocolo de Actuación para Organismos Gubernamentales de la Provincia de Buenos Aires que reciben demandas de personas, Comunidades y Pueblos Indígenas por la efectivización de sus derechos. Realizado por el

Laboratorio de Investigaciones en Antropología Social (LIAS) de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata.

<https://www.defensorba.org.ar/pdfs/protocolo-pueblos-indigenas.pdf>

Liliana Tamagno (2020) Presentación del Informe ampliado ante autoridades del INAI y de la Jefatura de Gabinete del Gobierno Nacional. 14 de agosto del 2020.

Maidana, C.; Ottenheimer, AC. y E. Rossi (2011) Comunidades indígenas y apropiación de TICs. Un nuevo espacio para la producción de conocimiento conjunto. En: De Souza, J. y C. Maidana (Comp.) *Antropología de los nativos Estrategias sociales de los sujetos en la investigación*. La Plata: EDULP.

Menéndez, E. (1972). Racismo, colonialismo y violencia científica. *Revista Transformaciones*, 47, 169-196.

Tamagno, L. (1991). La cuestión indígena en la Argentina y los censores de la indianidad. *América Indígena*, LI (1), 123-152.

Tamagno, L.; García, S. M.; Ibáñez Caselli, M. A.; García, M. C.; Maidana, C.; Alaniz, M. & Solari Paz, V. (2005). Testigos y protagonistas: un proceso de construcción de conocimiento conjunto con vecinos Qom. Una forma de hacer investigación y extensión universitaria. *Revista Argentina de Sociología*, 3(5), 206-222.

Fortalecimiento de redes de autocuidado mediante Investigación-Acción-Participativa en barrios populares argentinos durante la pandemia por COVID-19. El caso de Puente de Fierro, La Plata

Horacio Bozzano^{1; 11}; Tomás Canevari¹; Graciela Etchegoyen²; Gustavo Marín³; Graciela Mateo⁴; Marcelo Bourgeois⁸; Rocío Rodríguez Tarducci⁵; Itziar Kain Aramburu⁶; Jenny Fonseca⁷; Pablo Vetere⁸; Federico Campuzano Castro⁹; Ignacio Nicolás Babbini¹⁰

¹ IdIHCS UNLP y CONICET; ² Facultad de Ciencias Médicas / FOLP- UNLP, ³ Facultad de Ciencias Médicas- UNLP y CONICET; ⁴ CEAR-UNQ; ⁵ CONICET- IIPAC FAU-UNLP; ⁶ FAU-UNLP; ⁷ IdIHCS y FPYCS-UNLP; ⁸Facultad de Ciencias Médicas-UNLP; ⁹FCAGLP IALP-UNLP; ¹⁰Facultad de Informática-UNLP, ¹¹ bozzano59@gmail.com

Resumen. El Proyecto IP-763 "Acciones, protocolos y dispositivos en Barrios Populares de Argentina: Prevención, control y monitoreo del COVID-19. Caso barrio Puente de Fierro (La Plata, Buenos Aires)" se propone fortalecer una red de autocuidado mediante la aplicación de métodos y técnicas propias de procesos de Investigación-Acción-Participativa (en adelante IAP) junto a los habitantes de Puente de Fierro. De este modo, apunta a generar aportes útiles para el acompañamiento en la concepción y ejecución de políticas públicas inclusivas que reduzcan vulnerabilidades en los planos cognitivo, social, ambiental, económico y político; ejecutar un modelo de vigilancia epidemiológica; y desarrollar estrategias de comunicación que permitan en la práctica un diálogo entre acciones del proyecto y la perspectiva científica adoptada. Cinco años de trabajo ininterrumpido desde la UNLP y el CONICET en base a una Agenda Científica Participativa con una Mesa de Trabajo Permanente consolidada en el barrio Puente de Fierro permitieron en el corto plazo obtener los primeros avances y resultados que se exponen en el presente artículo.

Palabras clave: investigación-acción-participativa, vigilancia epidemiológica, políticas públicas inclusivas, agenda científica participativa

Recibido: 25/10/2020 Aceptado: 30/10/2020

DOI: <https://doi.org/10.24215/26838559e025>

Strengthening of self-care networks through Participatory-Action-Research in Argentine popular neighborhoods during the COVID-19 pandemic. The case of Puente de Fierro, La Plata

Abstract. *The IP-763 Project “Actions, protocols and devices in Popular Neighborhoods of Argentina: Prevention, control and monitoring of COVID-19. Puente de Fierro neighborhood case (La Plata, Buenos Aires)” aims to strengthen a self-care network through the application of methods and techniques typical of Participatory-Action-Research processes (hereinafter IAP) together with the inhabitants of Puente de Fierro. In this way, it aims to generate useful contributions for the support in the conception and execution of inclusive public policies that reduce vulnerabilities at the cognitive, social, environmental, economic and political levels; run an epidemiological surveillance model; and develop communication strategies that allow in practice a dialogue between project actions and the scientific perspective adopted. Five years of uninterrupted work from UNLP and CONICET based on a Participatory Scientific Agenda with a Consolidated Permanent Work Table in the Puente de Fierro neighborhood, allowed in the short term to obtain the first advances and results that are exposed in this article.*

Keywords: **participatory action research, epidemiological monitoring, inclusive public policies, participatory scientific agendas**

Introducción

Se presentan en este artículo los primeros avances del Proyecto IP-763 “*Acciones, protocolos y dispositivos en Barrios Populares de Argentina: Prevención, control y monitoreo del COVID-19. Caso barrio Puente de Fierro (La Plata, Buenos Aires)*”. El

mismo se asocia por su temática y perspectiva con otras tres Ideas Proyecto¹ seleccionadas en la convocatoria extraordinaria realizada por Presidencia de la Nación a través de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica para mejorar la respuesta argentina frente a la pandemia. El proyecto se propone fortalecer una red de autocuidado mediante Investigación-Acción- Participativa (IAP), Agendas Científicas Permanentes (ACP), el método *Territorii* y su técnica más innovadora: la Mesa de Trabajo Permanente (MTP), junto a lxs habitantes de la urbanización informal Puente de Fierro, protagonistas centrales de este proyecto, donde el Programa de Investigación TAG Territorio, Actores y Gobernanza para la Transformación del CHAyA, IdIHCS UNLP-CONICET trabaja ininterrumpidamente desde el año 2015.

Los avances de investigación alcanzados en los primeros dos meses del proyecto responden a objetivos que apuntan a promover transformaciones concretas, a saber: a) desarrollar un modelo de red vincular, comunicacional e interinstitucional a escala barrial para promover la autoprotección individual, grupal y colectiva, y

1 Las otras IPs que integran el proyecto macro son: IP415: *"Prevención y monitoreo del COVID-19 en municipios del Conurbano Bonaerense desde una perspectiva multidimensional"*. IP 440: *"Monitoreo de la eficacia de las medidas de Aislamiento Social Preventivo Obligatorio – ASPO- según estratificación socioeconómica (indicador NBI vivienda) en los dos núcleos urbanos de mayor prevalencia (AMBA y Resistencia)"* y la 650: *"Esquema asociativo: "Plataforma articulada de investigación, desarrollo tecnológico y social e intervención en el NOA Sur para mitigar la pandemia COVID-19 y prevenir otras enfermedades emergentes" / Proyecto: Diseño de dispositivos para la efectivización de derechos de sectores sociales vulnerables en el contexto crítico de la Pandemia COVID-19 en Tucumán, Santiago del Estero y Catamarca"*. Se trata del Proyecto COVID-19 MINCyT más grande de la Argentina.

promover el flujo eficiente de insumos, productos y servicios entre los distintos actores sociales; b) establecer y fortalecer la generación de un Sistema de Vigilancia Epidemiológica Comunitaria (SVEC) basado en la utilización de Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) para conocer, prevenir y mitigar los efectos de la pandemia COVID-19; y c) diseñar y producir productos comunicacionales como estrategia para ampliar la difusión de las acciones que se susciten en el seno de la red y garantizar el acceso a la información socio-sanitaria relevante.

El desarrollo de capacidades autogestivas, allí donde la presencia del Estado es más débil, insuficiente o ausente durante las últimas cuatro décadas -Barrios Populares Argentinos (BPA) y el mundo rural más olvidado- es una oportunidad para que el sistema científico-tecnológico de la Argentina incorpore, trabaje, y desarrolle una nueva fase orientada a transformar *diálogos de saberes* (Freire, 1996) en *diálogos de haceres* (Bozzano y Canevari, 2020). De este modo, el propósito del proyecto implica la generación de aportes al acompañamiento, la concepción y la ejecución de políticas públicas inclusivas que reduzcan vulnerabilidades en los planos cognitivo, social, ambiental, económico y político, vale decir, en las cinco componentes de la Justicia Territorial (Bozzano, 2017; Ferrari y Bozzano, 2019).

Los barrios populares, social, ambiental y económicamente vulnerados, constituyen una cuenta pendiente con millones de personas en Argentina. La

compleja situación de vida se profundiza en el marco de la pandemia con la caída de posibilidades laborales y las dificultades en el sostenimiento de redes de contención. La medida de Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio (ASPO) visibilizó y profundizó los déficits estructurales y la situación de las poblaciones vulneradas. En las áreas de mayor densidad poblacional y déficit habitacional el riesgo se potencia. Por consiguiente, los BPA se configuran como grandes desafíos para el logro del cumplimiento de las medidas sanitarias, dado que una de las limitaciones importantes que inciden en la posibilidad de realizar el aislamiento se sustenta en el hacinamiento y condiciones habitacionales precarias, así como en las dificultades para el acceso a alimentos, elementos de higiene y ausencia o déficits de servicios básicos.

Bajo el análisis de esta situación inicial es que el proyecto plantea *el fortalecimiento de una red barrial de autocuidado mediante IAP para contribuir a la reducción de la vulnerabilidad social en BPA y producir, a través de los diálogos de saberes y haceres, conocimiento útil, válido y relevante para el acompañamiento de la planificación y ejecución de políticas públicas más inclusivas.*

Esta nueva iniciativa tiene antecedentes directos del trabajo de nuestro equipo durante cinco años en el barrio Puente de Fierro bajo una perspectiva científica de IAP que apunta a la construcción de conocimiento y a la vez promueve procesos de transformación de la realidad estudiada. Nuestra perspectiva de abordaje coincide con los pilares del *paradigma científico emergente* (B. de Sousa Santos,

2009) y en particular, en este caso, con aquel referido a que todo conocimiento científico es local y total. Vale decir, que más allá de los matices presentes en los 4416 BPA (ReNaBaP) sin duda que la ejemplaridad y replicabilidad de este tipo de iniciativas es un poderoso vector de transformación para generar aportes que se traduzcan en políticas públicas inclusivas pensadas junto a los sectores más vulnerados. De allí que lxs protagonistas de nuestros videos de divulgación científica sean lxs referentes del barrio.

El caso estudiado, Puente de Fierro, es una de las dos mayores urbanizaciones informales del Gran La Plata (La Plata, Ensenada y Berisso), y registra una elevada participación comunitaria, a través de las 35 organizaciones identificadas entre sus aproximadamente 5.200 habitantes (Figura 1). Allí, tras dos años de investigación con la aplicación de métodos y técnicas de las Ciencias Exactas, Sociales y Naturales, en 2016 se configuró junto a los actores involucrados una ACP (Bozzano y Canevari, 2019) que concentra las principales problemáticas detectadas en un amplio diagnóstico y una MTP (Bozzano y Canevari, 2019) donde se acuerdan y comienzan a ejecutar posibles soluciones a estas problemáticas. En el nuevo contexto, “el desafío es afianzar la llegada al barrio de las políticas y asistencias extraordinarias del Estado co-construyendo los mejores modos de acceso respetando el cumplimiento de las medidas sanitarias, al potenciar redes de autocuidado y circulación de información, y generar opciones y alternativas útiles a tomadores de decisión” (Canevari, 2020: 8).



Figura 1. Barrio Puente de Fierro (Altos de San Lorenzo, La Plata, Buenos Aires). Fuente: Elaboración propia IP 763 MINCyT con herramienta QGIS (Rodríguez Tarducci, 2020)

Figure 1. Puente de Fierro neighborhood (Altos de San Lorenzo, La Plata, Buenos Aires). Source: Own elaboration IP 763 MINCyT with QGIS tool (Rodríguez Tarducci, 2020)

Marco teórico y metodológico

El trabajo se posiciona desde una Teoría de la Transformación sustentada en los tres pasos propuestos para ejecutar una *ciencia social emancipadora* (Wright, 2015): diagnóstico crítico, construcción de alternativas y ejecución propiamente dicha. Procuramos aplicar dos mecanismos de transformación: "Transformación

Intersticial y Transformación Simbiótica” (Wright, 2015: 329-372) los cuales ejecutamos en nuestras ACP y MTP con las nueve fases de *Territorii*; se trata de una convivencia de estrategias de gestión simultáneas *bottom-up* y *top-down*, con la participación real de los actores involucrados. En la práctica, se comienza desde el primer día con modalidades de trabajo desde abajo hacia arriba y desde arriba hacia abajo. Previo al comienzo de nuestras MTP, en 2016, hicimos una docena de reuniones de trabajo abiertas en el barrio (acciones *bottom-up*). Habíamos dialogado y comunicado con máximas autoridades de la UNLP, la Provincia y el Municipio (acciones *top-down*) acerca de nuestra IAP nacida en 2014 en el marco del Proyecto de Investigación Orientado PIO UNLP-CONICET “*Estrategias para la Gestión Integral del Territorio*”. El *modus operandi* de esta Teoría de la Transformación constituye una profundización del concepto *gobernanza lateral* (Rifkin, 2011) y una aplicación del método *Skypa* (Bozzano, 2012).

Este posicionamiento, no sólo crítico sino transformador, se complementa con las tres premisas propuestas por Boaventura de Sousa Santos en su *Epistemología del Sur*: “1. No habrá justicia social global sin justicia cognitiva global. 2. Tal como en el inicio, el capitalismo y el colonialismo continúan profundamente entrelazados. 3. La epistemología del Sur apunta fundamentalmente a prácticas de conocimiento que permitan intensificar la voluntad de transformación social” (de Sousa S., 2009: 370).

Adoptamos un modo de hacer ciencia donde la investigación es participativa desde su mismo diseño, de modo que la recolección, sistematización y análisis de

datos se realiza junto a la comunidad donde el investigador opera como facilitador. Retomamos aquí los trabajos desarrollados por Orlando Fals Borda (1979, 1986, 2009) sobre IAP. Bajo esta perspectiva, son centrales los procesos de comunicación y educación entendidos como prácticas culturales de forma amplia y problematizadora (Freire, 1968) tanto en la instancia proyectual y de desarrollo, como en la devolución de los resultados obtenidos a la comunidad. Para ello, se aplican metodologías específicas orientadas a la implementación de acciones no sólo transmisoras de información sino transformadoras de la realidad: ACP y MTP (Bozzano y Canevari, 2019).

En este sentido, el trabajo coincide con la perspectiva de IAP definida por Fals Borda: "Es método de estudio y acción que va al paso con una filosofía altruista de la vida para obtener resultados útiles y confiables en el mejoramiento de situaciones colectivas, sobre todo para las clases populares... Es inter o multidisciplinaria y aplicable en continuos que van de lo micro a lo macro de universos estudiados (de grupos a comunidades y sociedades grandes), pero siempre sin perder el compromiso existencial con la filosofía vital de cambio que la caracteriza" (Fals Borda, 1986:320)

Dos décadas de IAP contribuyeron a desarrollar el Método *Territorii* (Bozzano, 2000, 2013, 2020) el cual nació con tres fases: *territorios reales, pensados y posibles*. Luego de mucha praxis, ensayos y errores hoy comprende nueve fases: *territorios reales, vividos, pasados, legales, pensados, posibles, concertados, inteligentes y justos*.

Territorii es, en apretada síntesis, un método de aplicación flexible con una visión integral y transformadora de los territorios. En su versión de 2013 (Bozzano, 2013), incorpora en mayor medida la participación de actores comunitarios, políticos, económicos y científico-técnicos. ¿Por qué el nombre? *Territorii* en latín significa la tierra de algo y de alguien: hay una relación entre sociedad y naturaleza, entre identidades comunitarias e identidades territoriales. Se trata de un método con base científica para incorporar en objetos de investigación básica y aplicada referidos a la Gestión Integral del Territorio, a Procesos de Intervención y Transformación con Inteligencia y Justicia Territorial y objetos afines, vale decir que no aplica sólo a *objetos de estudio*, sino a *objetos de intervención* y de *transformación*, donde cada una de las tres fases del objeto supone una triangulación ascendente. En resumen, nos estamos refiriendo a procesos, lugares y actores (objeto de estudio), transformar ideas en proyectos, espacios banales en territorios sustentables y personas en sujetos (objeto de intervención) e identidades, necesidades y sueños (objeto de transformación).

Territorii se hace con dos objetivos centrales: 1) conocer y reconocer el territorio mediante el tránsito de sus nueve fases, cuyas definiciones in extenso pueden consultarse en Bozzano (2013) y en Bozzano y Canevari (2020) y 2) generar un espacio científico participativo y colaborativo entre la comunidad, instituciones y empresas, orientado a aprender a concebir, formular y concretar proyectos, micro-proyectos e iniciativas con resultados palpables, insertos en una problemática más

amplia que la de cada proyecto. El método aplica, con diversas técnicas, los conceptos mencionados -coincidentes con sus fases- que resumen instancias y lecturas *descriptivas, perceptivas, históricas, prescriptivas, explicativas, propositivas, acordadas, inteligentes y transformadoras* de los territorios.

A continuación, se sintetiza la aplicación de *Territorii* a Puente de Fierro, presente en el Capítulo 20 del libro *Transformar diálogos de saberes en diálogos de haceres* (Bozzano y Canevari, 2020).

Territorios reales. Puente de Fierro es un barrio asentado sobre uno de los afluentes del Arroyo Maldonado, en la Delegación Municipal de Altos de San Lorenzo, al sureste de la Ciudad de La Plata, cabecera del Municipio-Partido del mismo nombre, en la Provincia de Buenos Aires. Se trata de una urbanización informal con características de “asentamiento precario” en poco más del 80% de su superficie (46 hectáreas), mientras que el área restante presenta características de la denominada “villa miseria”. El barrio tiene una población estimada de 5200 habitantes, en poco más de 1000 hogares. Registra necesidades básicas insatisfechas muy elevadas.

Territorios pasados. En el actual barrio había desde hace más de cinco siglos escasa población nativa: desde hace 14 y 12 mil años habitaron cazadores y recolectores; a partir de los 6 y 5 mil años dominan otro tipo de asentamientos; más tarde y durante casi tres siglos, la zona del actual barrio Puente de Fierro formó parte de una de las 29 “suertes de estancia” generadas por Don Juan de

Garay, hasta que nacen las estancias de Berro, Arana y otras personalidades de la época, décadas antes del nacimiento de La Plata en 1882. Luego, con la necesidad propia del consumo urbano, se desarrollan explotaciones lecheras, que conviven con cría de ganado, una reducida presencia de la horticultura y algunos hornos de ladrillos en las inmediaciones. Entre los ejes de crecimiento y desarrollo urbano y periurbano platense, el sureste fue el menos organizado territorialmente, y esa tendencia continúa.

Territorios vivos. Lxs habitantes de Puente de Fierro tienen una notable identidad con su barrio y con su ícono, un puente de hierro de un antiguo ferrocarril en desuso, testigo de asesinatos cometidos por la dictadura cívico-militar durante la década de 1970. Uno de los rasgos centrales de sus habitantes es su amor propio por salir adelante en condiciones adversas, también el elevado grado de organización y participación barrial.

Territorios legales. De acuerdo con la Ordenanza Municipal de Ordenamiento Territorial y Usos del Suelo de adecuación a la Ley Provincial 8912/1977, Puente de Fierro está asentado en Área Urbana, en el límite con el Área Rural. Parte del barrio corresponde a Zona Residencial y otra a Corredor (Avenida 90). En la vecina Zona Rural desde hace poco más de dos años ha nacido un asentamiento informal habitado principalmente con familias de Puente de Fierro denominado Barrio Evita, el cual actualmente se encuentra en acogimiento de los preceptos de la Ley Provincial 14.449 de "Acceso Justo al Hábitat".

Territorios pensados. Puente de Fierro es una de las dos urbanizaciones informales más habitadas de La Plata, presenta baja cobertura en servicios básicos, inexistencia de establecimientos educativos y sanitarios, escasa presencia de políticas públicas, elevados índices de desocupación y subocupación, buena accesibilidad relativa del transporte público, riesgo de inundación, un alto crecimiento demográfico, una zona rural en riesgo de desordenamiento territorial, un destino incierto de la proyectada Avenida 90 y la decisión tomada de constituir el asiento por aproximadamente una década más de la ACP y la MTP con el objetivo de ejercitar desde la ciencia el acompañamiento a la comunidad y a las políticas públicas.

Territorios posibles. En un primer acercamiento al barrio, hace ya 5 años, se rescataron identidades, necesidades y sueños que lxs habitantes (principalmente mujeres) venían expresando muchos años antes en la Asamblea Barrial y otras formas de participación. Así en la Primera MTP en octubre 2016, se expusieron 17 identidades, necesidades y sueños, sistematizados y co-construidos durante una docena de reuniones de trabajo desde mayo 2016 (Bozzano, Biera, De Jesús, Díaz et al, 2017). La segunda fase de los territorios posibles se alcanzó como resultado de una trabajosa concepción, planificación, formulación, ejecución, sistematización, análisis e interpretación del Censo de Puente de Fierro denominado "Trabajo Digno. Identidades, Necesidades y Sueños" durante el año 2017. Allí se visibilizaron más concretamente los territorios posibles, que

permitieron trabajar las últimas tres fases del método Territorii con mejores argumentos y debatir criterios de deseabilidad, viabilidad y factibilidad en cada MTP y para el desencadenamiento de las acciones a desarrollar en el presente Proyecto.

Territorios concertados, territorios inteligentes, territorios justos. Refieren a los acuerdos logrados en cada una de las 44 MTP realizadas hasta el momento, así como a las acciones que llevamos a cabo luego de obtenidos los acuerdos. No siempre los territorios concertados terminaron produciendo territorios inteligentes ni territorios justos, pero el trabajo es continuo para lograrlo. Se trabaja intensamente desde hace cinco años en unos territorios posibles y concertados con el sueño que sean territorios inteligentes y justos: el Centro de Formación Profesional/Laboral de Puente de Fierro para toda la Delegación de Altos de San Lorenzo, la realización de veredas comunitarias con fibras y más recientemente los biodigestores y las paredes con ladrillos ecológicos de un baño en una huerta comunitaria, entre otras iniciativas.

En el recorrido de estas fases, en 2016 se constituyeron ACP y MTP, un camino para llevar adelante las ideas que predicamos, las de hacer un proyecto de investigación interdisciplinario, inter-actores, inter-instituciones, con intervención, con transformación y con una metodología difícil en un escenario económico adverso.

La ACP es a su vez, un modo de diseño y planificación del objeto de intervención. Refiere a tres planos -*transformación, transición socio-ecológica e inteligencia territorial*- y hace hincapié en una perspectiva de ciencia participativa donde los *diálogos de saberes* (Freire, 1996), las *interfaces de conocimiento* (Long, 2007) y las *ecologías de saberes* (de Sousa Santos, 2009) son muy significativos. Asimismo, la ACP abreva en el *paradigma científico emergente* (de Sousa Santos, 2009) y en la *perspectiva teleológica transformadora* (Bozzano y Canevari, 2019); por todo ello refiere a macro-objetos de investigación básica y aplicada. Estas agendas integrales nacidas desde la ciencia, además de resolver las problemáticas abordadas, aspiran a promover una gobernanza más plural y democrática. Se trata de agendas construidas con participación de las “cuatro patas de la mesa de la Inteligencia Territorial latinoamericana” –políticxs, comunidades, científicxs, empresarixs– siempre desde el origen del proceso (Figura 2). Persiguen una visión de macro-transformación –subjetiva, social, ambiental y decisional– más allá de las micro-transformaciones que aporta cada una acerca de las actividades y acciones concretas que se acuerden ejecutar. La pretensión es que los temas de ACP deriven en Políticas Públicas y que los sujetos partícipes sean coautores de las mismas. No se trata de suplantar el rol del gobierno ni reemplazar ciudadanxs, sino de contribuir con conocimiento y vectores de decisión propios de Teorías de la Transformación, con frecuencia algo ausentes en la burocracia, en los partidos políticos y en el mundo empresario (Bozzano y Canevari, 2019: 33).

Las ACP, además de ordenar, organizar y establecer prioridades, son pensadas y concebidas para luego ejecutar decisiones mediante micro, meso y macro-acciones, siempre con diversos e inciertos grados de dificultad en su concreción. Son concretas y hasta crudas, y no están exentas de conflictos en su siempre incierto fluir. Determinan propósitos emergentes de diagnósticos participativos en situaciones sobre las que se pretende impactar, estableciendo acciones para alcanzar una situación que se aproxime a escenarios deseados.

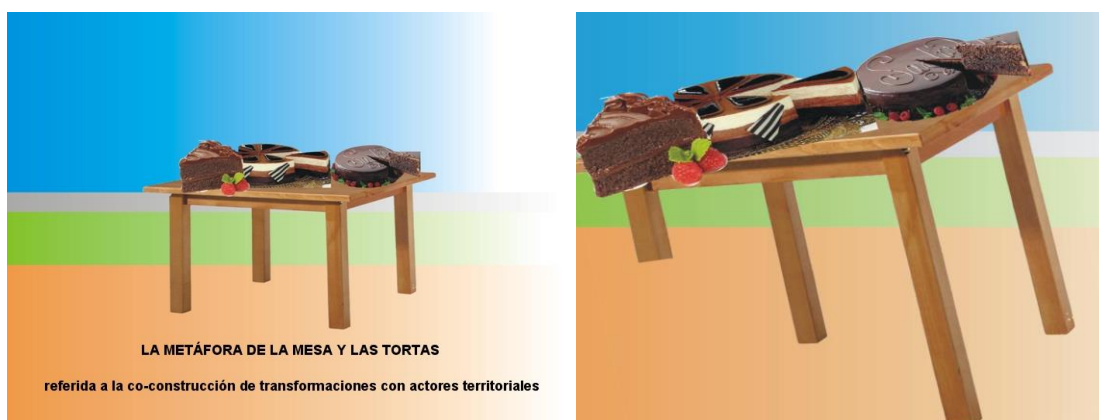


Figura 2. La metáfora de la IT latinoamericana. Izquierda: IT; derecha: Desinteligencia Territorial e Injusticia Territorial. Tres patas: pilares de la regulación: Estado, mercado, comunidad (Max Weber); cuarta pata: ciencia transformadora y educación popular; tabla: el ambiente; tortas: cada uno de los proyectos; y colores, las cuatro perspectivas: sujeto, objeto, métodos/técnicas y sueños/proyecciones. Fuente: Bozzano, Karol y Cirio, 2009.

Figure 2. The metaphor of the Latin American IT. Left: IT; right: Territorial Misintelligence and Territorial Injustice. Three legs: pillars of regulation: State, market, community (Max Weber); fourth leg: transformative science and popular education; table: the environment; cakes: each of the projects; and colors, the four perspectives: subject, object, methods / techniques and dreams / projections. Source: Bozzano, Karol and Cirio, 2009.

A continuación, se reproduce una síntesis de los seis componentes constitutivos del concepto de ACP. Sobre su *génesis*, puede decirse que nacen de investigaciones interdisciplinarias inter-actorales previas, siempre con la participación de los actores involucrados. Acerca de su *perspectiva*, ante la hiper fragmentación de disciplinas científicas e intuiciones públicas, éstas responden a visiones integrales, integradoras e integradas de un territorio. Respecto a su *posición teórica*, fortalecen el diálogo entre categorías y la praxis concreta para apuntar a procesos de transformación. En cuanto a las *políticas*, apuntan a instalar temas en la agenda pública y promover la gobernanza participativa. Sus *contenidos* refieren a problemáticas sociales, ambientales y cognitivas, donde las cuestiones económicas y políticas se articulan con los tres precedentes. Su *aplicación* es a partir de la participación voluntaria con encuentros de manera planificada tal como funcionan las MTP (Bozzano y Canevari, 2019: 36).

Por su parte, la MTP es, en buena medida, un agradecimiento y un homenaje en vida a algunas mujeres que, como millones, motorizan pequeñas y grandes transformaciones en los lugares donde habitan.² Si bien existen técnicas tales como el taller, el *focus group* y otras afines, la MTP nació como técnica científica en 2016 y fue enriqueciéndose sobre la práctica. La MTP, dialógica, participativa,

2 En especial nos referimos a Rosa Dejesús, Ana María Díaz, Silvia Tabarez, Claudia Jacu, Mónica Dejesús, Zulema Díaz, Cristina Friedrich y Cecilia Godoy de Puente de Fierro (La Plata), como también a Amalia Lassalle, Irma Borán, Alicia Ledesma y Cristina Mullen (Ensenada y Berisso).

reflexiva y colaborativa es el espacio donde se operacionalizan las ACP. Allí se pone en diálogo teoría y práctica y pasan a la acción las instancias de transformación. Su nombre nació de referentes de organizaciones de los barrios donde se aplicaron por primera vez.

Los pilares constitutivos de las MTP son: 1) ser co-constructoras de conocimiento mediante la escucha, el diálogo, el disenso y los acuerdos; 2) abordar múltiples lecturas presentes en las fases del Método *Territorii* y sistematizar su análisis; 3) respetar como actores protagónicos a habitantes y organizaciones de la sociedad civil del territorio abordado; 4) sostenerse en el tiempo con una periodicidad regular y documentado lo tratado en actas; 5) planificar los encuentros y exponer afiches para que los temas sean públicos y los acuerdos comprendidos por la totalidad; 4) gestionar el momento previo, de convocatoria, planificación y ejecución de la MTP; 5) avanzar con las responsabilidades asumidas por las partes en el tiempo inter-mesas; 6) sostener el respeto ante el disenso conservando cada organización su identidad; 7) remarcar el compromiso con el ambiente y la sociedad; 8) mantener una lógica de cooperación, de puesta en común, de conocer más y mejor identidades, necesidades y sueños del otro y del colectivo; 9) acordar micro-objetos de transformación –problemáticas puntuales, acciones– donde lxs sujetxs son protagonistas en un proceso dialógico; y 10) finalmente, en palabras de Boaventura de Sousa Santos, “democratizar la democracia” propiciando un espacio participativo. (Bozzano y Canevari, 2019: 522-525).

Actividades del proyecto

El balance del primer bimestre del Proyecto da cuenta del desarrollo de 87 actividades. Dado el abordaje teórico-metodológico, las actividades orientadas al logro de los objetivos planteados se llevan adelante de manera conjunta y permanente, sustentadas en las *MTP y ACP Puente de Fierro Territorio Posible*, con la participación de un buen número de actores sociales. Esto contribuye no solo al fortalecimiento de la red *dentro del barrio*, sino también a la optimización de una red comunicacional, intersectorial y vincular *a escala territorial*, entre las instituciones públicas y las organizaciones barriales.

En este sentido, el presente trabajo refiere a tres grupos de actividades - autocuidado, vigilancia epidemiológica y comunicación- realizadas durante los primeros dos meses de implementación del proyecto, así como los logros obtenidos hasta el momento que se desarrollan a continuación.

A) Actividades orientadas al desarrollo de un modelo de red de autocuidado individual, familiar y comunitario, vincular, comunicacional e interinstitucional a escala barrial para aplicar en barrios populares

1) Actualización y validación del relevamiento de organizaciones en el barrio

Se actualizó el relevamiento de las organizaciones sociales activas en el barrio, de las cuales ocho participan de manera diligente en el Proyecto de Investigación. Ellas son: Asociación Civil Comedor y Guardería El Refugio; Centro Vecinal

Integrador La Patriada; Comedor Los Hermanos, Asociación Civil Amar a Nuestros Niños de Altos de San Lorenzo; Comedor Los Chicos del Puente, Agrupación La Falcone; Asamblea Barrial de Puente de Fierro; Asociación Civil Región Sur; Centro de Apoyo Escolar y Comedor La Nueva Estrella; Movimiento de Entidades Civiles 31 de marzo, y Centro Cultural de Desarrollo y Trabajo Cecilia Godoy.

La interacción con sus referentes se realizó mediante dos MTP presenciales (6 de junio, 10 de agosto) y una MTP virtual (4 de julio) con los siguientes temas prioritarios: prevención, control y monitoreo de COVID-19; alimentos; micros; banca móvil; basura; mosquitos; zanjas; arroyo; espacio de aislamiento/espacio de espera; centro de formación profesional/laboral. Además, se conformaron grupos de *whatsapp* para la comunicación permanente entre lxs referentes y lxs integrantes del proyecto. Uno de ellos ya funcionaba previamente, estaba conformado por el grupo de organizaciones sociales, al cual se incorporaron integrantes del equipo de investigación; el otro, creado especialmente a los fines del proyecto: grupo *Puente de Fierro MINCYT*.

En cuanto a la optimización de la articulación de la red barrial con instituciones públicas y otras organizaciones sociales, las acciones del proyecto se orientaron a contactar con las siguientes instituciones: Secretaría de Salud de la Municipalidad de La Plata, Consejo Social de UNLP, Comité Popular de Emergencia de Altos de San Lorenzo, Jefatura de Gabinete del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, Consejo Provincial de Coordinación con el Sistema Universitario y Científico,

Ministerio de Desarrollo de la Comunidad, Facultad de Arquitectura UNLP, Subsecretaría de Emergencias Médicas (SAME), Secretaría de Coordinación Municipal, Unión de Trabajadores de la Tierra, Concejo Deliberante de La Plata, Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires, Defensoría del Pueblo de la Provincia de Buenos Aires, Consejo Nacional de Coordinación de Políticas Sociales, ATE Provincia, Centro de Formación Laboral 423, ADULP, CECIM La Plata, Programa El Barrio Cuida al Barrio, Brigadas Sanitarias "Ramona Medina", Centro Educativo Agropecuario del Parque Pereyra, Secretaría de Transporte de la Municipalidad de La Plata, Fundación Wingu, Equipos Red-Salud, Facultad de Ciencias Exactas UNLP, Radio Estación Sur, Región Sanitaria XI (Ministerio de Salud de la Provincia), Programa Pro-Huerta AMBA, INTA La Plata, Delegación Municipal Altos de San Lorenzo, Ministerio de Desarrollo Social de la Nación, Dirección de Zoonosis (Municipalidad de La Plata), Laverap, Red de Comedores de Soberanía Alimentaria, ReNaBaP, AABE y Dirección de Desarrollo Social de la Provincia de Buenos Aires.

La interacción con las entidades mencionadas tiene como objetivo la búsqueda de soluciones a las problemáticas abordadas en las *MTP* y *ACP Puente de Fierro Territorio Posible*: alimentación, salud-ambiente, vivienda, transporte y educación. Las actividades desarrolladas contaron con el acompañamiento, consenso y evaluación tanto de los referentes barriales como de los demás integrantes del equipo científico.

2) Actualización del estado de situación del barrio

El barrio Puente de Fierro, se encuentra ubicado en la localidad de Altos de San Lorenzo, La Plata, entre las calles 23 y 30 y entre 85 y 90. En el año 2017, con años de participación ininterrumpida de lxs integrantes del equipo científico en el barrio, y por iniciativa de lxs vecinxs, se realizó un censo en los hogares, donde se relevó información sobre aspectos sociodemográficos y educativos. El barrio estaba conformado por un total de 1077 hogares y un estimado de 4055 habitantes. En la actualidad (2020) se encuentra conformado por 52 manzanas, con aproximadamente 5200 habitantes. Para actualizar la información, se recurrió a fuentes secundarias (ReNaBaP, 2016 y Encuesta Nacional de Hogares, 2018), así como otras fuentes primarias, tales como la implementación de una encuesta sobre la situación socio-sanitaria, información brindada por las referentes de las organizaciones sociales del barrio, y datos relevados por otras organizaciones, tales como Brigadas Sanitarias, Comité Popular de Emergencia de Altos de San Lorenzo, Consejo Social UNLP y Programa El Barrio Cuida al Barrio.

A la fecha, los datos recabados, si bien no son el resultado de la totalidad de las manzanas, viviendas e individuos, sino de una muestra poblacional, exponen que la mayoría de las viviendas de carácter precario son de quienes las habitan, una población mayormente joven (aproximadamente el 30% de la población es menor de 15 años y cerca del 5% son mayores de 60 años), con una economía informal predominante (trabajo en la construcción y afines, comercio barrial, empleo

doméstico, etc.) trabajos que se han perdido por la condición del ASPO, profundizando así la vulnerabilidad estructural frente a la Pandemia.

En cuanto a la situación sanitaria frente al COVID-19, se realizó una encuesta a las referentes de las organizaciones sociales con el objeto de conocer el estado de cobertura de vacunación en la población del barrio, las instancias de vacunación y responsables de las mismas, así como información sobre casos sospechosos de COVID-19. En este sentido, el 83% de las organizaciones refirieron no haber realizado jornadas de vacunación previas a la pandemia, y 33% señalaron no haberlas realizado posterior al ASPO. La Secretaría de Salud de la Municipalidad estuvo a cargo de las inmunizaciones, a pedido de las mismas organizaciones sociales. En el 100% de los casos, las jornadas se realizaron 2 veces en cada organización. En estas jornadas se vacunaron en promedio cada vez entre 70 y 100 personas. El 83% de lxs habitantes opina que las jornadas deben realizarse una vez al mes, ya que consideran que la mayoría de lxs vecinxs desconocen las vacunas que necesitan y solo un pequeño porcentaje (17%) está informado al respecto por requerimientos de la Asignación Universal por Hijo (AUH).

Los datos obtenidos de los registros del Centro de Salud Municipal N°8, con la población del barrio bajo su área programática, refieren al mes de junio un total de 1.858 dosis de vacunas del calendario oficial, de las cuales el 16% correspondieron a las vacunas antigripal y antineumocócica. Se espera continuar con la actualización de los datos cuantitativos relevados durante las jornadas

realizadas por las Brigadas Sanitarias, la Secretaría de Salud de la Municipalidad y la Región Sanitaria XI, así como la información que brinde el Comité Popular de Emergencia.

3) Intermediación eficiente de flujos de mercaderías, insumos y servicios entre proveedores y destinatarios

El grado de cumplimiento del ASPO está relacionado con factores muy entrelazados en los barrios populares. En primera instancia, el déficit en la provisión de alimentos surge como el factor más relevante. Frente a la caída de la economía popular, producto del trabajo informal, y en el marco de las condiciones instaladas por una pobreza estructural, las organizaciones sociales han tenido que reforzar la asistencia alimentaria en los barrios. Por motivo de la pandemia, las necesidades se incrementaron notablemente y la asistencia a los comedores, merenderos y ollas populares del barrio es mucho mayor que en la época previa. En relación a este punto, se diseñó, elaboró e implementó una encuesta orientada a establecer un diagnóstico de situación de la demanda en los comedores, merenderos y ollas populares de las organizaciones sociales del barrio. En ella participaron referentes de las 8 organizaciones sociales que habitualmente interactúan en las MTP.

Los resultados muestran que el 50% de los comedores duplicó su demanda y más del 30% aproximadamente la triplicó, aumentando además de manera significativa la frecuencia de la oferta alimentaria semanal y, en consecuencia, la necesidad de

mayores insumos de alimentos. Por otro lado, se visibilizó la falta total de elementos de higiene en general y aquellos específicos para la prevención del COVID-19 (barbijos/ tapabocas, alcohol, lavandina, etc.).

Según información de referencia, la cantidad de asistentes que demandan viandas o raciones sobrepasan los 200 o 250 vecinos (*El Refugio*: 200 asistentes, 2 veces por semana; *Los Hermanos*: 250 asistentes, 3 veces por semana; *La Patriada*: 250 asistentes 2 veces por semana; *Región Sur*: 150 asistentes 3 veces por semana; *La Nueva Estrella* y *María Claudia Falcone*: 400 raciones cada una, con una periodicidad de 2 veces por semana).

En este contexto y producto de las actividades de gestión con instituciones y organizaciones fuera del barrio, se logró la provisión aislada o con continuidad, de algunos alimentos y elementos de higiene y prevención. En cuanto a la intermediación con proveedores de servicios, particularmente aquellos relacionados con los servicios de salud, se gestionaron operativos de detección de casos sospechosos de COVID-19 y operativos de vacunación, específicamente aquellos dirigidos a la población vulnerable mayor de 65 años (antigripal y antineumocócica).

Resulta importante destacar que referentes barriales se incorporaron y participan activamente en el *Comité Popular de Emergencia de Altos de San Lorenzo*, de carácter intersectorial, posibilitando así la exposición de las necesidades del barrio y sus demandas. Éste se transforma entonces en un espacio donde el fortalecimiento de

la red barrial incide de manera sustantiva en la concepción y ejecución de las políticas públicas y la toma de decisiones.

4) Actividades durante las MTP

Las MTP presenciales y eventualmente virtuales, así como los grupos de *whatsapp* activos, permiten la interacción permanente entre lxs vecinxs y lxs integrantes del proyecto, logrando así tratar cada día las problemáticas más importantes relacionadas con la pandemia y la situación del barrio.

Durante las MTP, no sólo se plantean problemáticas y potenciales soluciones ante la situación de pandemia, sino que también surgen otras actividades relacionadas con estrategias frente a cuestiones que hacen a la estructura y dinámica del barrio:

- a) problemas referidos al transporte: necesidad de aumentar la frecuencia de las líneas de colectivos;
- b) estrategias para producir algunos alimentos en el barrio (huerta comunitaria);
- c) problemáticas ambientales: tales como la necesidad de construir veredas comunitarias, baño ecológico, mejoramiento de los espacios comunitarios y la posibilidad de desarrollar mejoramientos en el Espacio del Contenedor para acondicionarlo como posible espacio de espera para el traslado de casos sospechosos de COVID-19 a centros de aislamiento u Hospitales;
- d) necesidad de instalación de un cajero automático en el barrio;
- e) relevamiento, sistematización y socialización de información sobre planes sociales disponibles para lxs habitantes del Barrio, información relevante desde el Estado sobre los días de cobro del Ingreso Familiar de Emergencia, la AUH y otros programas; y f)

estrategias de capacitación para el fortalecimiento de la red: Curso de Comunicación en Redes Sociales y Curso de Seguridad e Higiene. Es en este espacio, donde surge la necesidad de articular con organismos e instituciones estatales y no estatales fuera del barrio.

B) Actividades orientadas al desarrollo de un Sistema de Vigilancia Epidemiológica Comunitaria (SVEC)

El consolidar y fortalecer la red barrial en Puente de Fierro pretende potenciar las relaciones de todxs lxs actores sociales con la finalidad de lograr estrategias eficaces de vigilancia epidemiológica comunitaria en el barrio, frente no solo a la pandemia actual del COVID-19, sino también como herramienta sanitaria permanente, conformando así un *barrio autoprotegido*.

La necesidad de incorporar referentes por manzana, ya sean vecinxs o referentes de las organizaciones sociales surge de lo sustancial de una interacción más profunda entre lxs vecinxs para fortalecer la red de autocuidado. El sectorizar pequeños subgrupos de manzanas que funcionen como *porciones de barrio protegidos*, con sus actores, sus delegadxs, y su red de *whatsapp* permitirá una mayor cobertura de las acciones que surjan de la participación activa de lxs actores sociales. Por lo tanto, se espera que las actividades logren establecer un SVEC, que involucre la implementación de un sistema de información georeferenciada (SIG), el desarrollo de una aplicación específica en el marco del

SVEC (App); mecanismos de evaluación a través de indicadores epidemiológicos sanitarios, y confección conjunta de una matriz de contingencia comunitaria.

1) Producción de un sistema de información georreferenciado con datos en tiempo real sobre los individuos, hogares y viviendas del barrio

Los mapas y cartografía temática son un aporte al proyecto para evaluar las condiciones del barrio pre y post-pandemia, y de ese modo contribuir tanto a la consolidación de la red de autocuidado barrial, como a la aplicación de acciones concretas a partir de información sistematizada científicamente, para la mejora de la calidad de vida de lxs habitantes de Puente de Fierro.

Los productos se destinan a la comunidad en general, para la comunicación y puesta en común de la red de autocuidado, y al equipo de trabajo para la recolección de datos, su análisis y su organización en bases de datos modificables, con análisis de variables y metodologías factibles de replicabilidad. Asimismo, algunos de los mapas también son destinados a organismos públicos para aportar información que contribuya en el desarrollo de tareas, como por ejemplo saneamiento o fumigación de arroyos.

La tarea técnica se realiza en consenso y evaluación tanto de lxs referentes barriales, así como de lxs demás integrantes del equipo científico, quienes aportan ideas para la confección de mapas y para la puesta en común de la información. El diseño técnico de los productos (confección de mapas, procesamiento y análisis de datos cuali-cuantitativos) se realiza con la utilización de la herramienta SIG y según

los pasos del método cartográfico *Portulano* (Bozzano, 2009). De esta forma se contribuye de manera sustantiva a reforzar el SVEC, identificando lugares y personas con mayor riesgo de desarrollar problemas de salud en general y COVID-19 en particular. Las fuentes utilizadas fueron primarias (referentes de organizaciones sociales, MTP) y secundarias (RPPVAP 2015, ReNaBaP 2016, CISAUA 2016, Google Earth, otras.)

Los mapas generados hasta el momento se pueden identificar como:

- *Mapa de lugares*: ubica el barrio geográficamente, así como las principales instituciones, paradas de transporte público y edificios educativos, religiosos y de salud.
- *Mapa de peligrosidad hídrica*: muestra la situación de base y conforma un aporte para el diagnóstico de situación ambiental del asentamiento.
- *Mapas de servicios urbanos básicos*: información útil para presentar a las autoridades competentes con el objetivo de realizar las acciones necesarias para mejorar la situación del hábitat. Si bien la información recabada para su elaboración data del año 2015 (RPPVAP), se planifica su actualización a partir del uso de la app y la recolección de datos con los referentes.
- *Mapa de expansión y consolidación del asentamiento a través de los años*: permite visualizar a través de la utilización de cortes temporales, el acelerado crecimiento del barrio, que pone de manifiesto la situación de precariedad y vulnerabilidad ante un bajo grado de intervención urbana. Se manifiesta así la urgencia en la

aplicación de acciones concretas que tengan en cuenta la situación de base para poder planificar una situación post-pandemia de crecimiento urbano acorde con la calidad de vida necesaria para el desarrollo humano, la protección de los habitantes y su hábitat.

- *Mapa de calles y manzanas*: contribuye a la gestión y organización de la red de autocuidado en el territorio. A partir de este mapa se distribuirán manzanas numeradas por cada referente encargadx de la recolección de información y el abastecimiento de necesidades.

- *Mapa COVID-19*: contiene datos epidemiológicos de base actualizable y aproxima una visión de la situación epidemiológica y de riesgo sanitario del barrio. Al momento llevamos georreferenciados 327 casos.

Las bases de datos (tabla de SIG) se conforman principalmente por las manzanas y referentes, instituciones activas, y grados de peligrosidad hídrica. El formato de las mismas y la georreferenciación se pensó, además, para el futuro uso y ampliación de la App ActuAR, es decir que los sistemas de coordenadas y las tablas son adaptables a su formato con el fin de contribuir en la recolección y actualización de información, el entrecruzamiento de datos y la confección de futuros mapas.

2) Diseño de Aplicación (App) para relevamiento, seguimiento y control epidemiológico

El uso de las TICs mediante la comunicación remota y la implementación de una App para lxs vecinxs del barrio cobran vital importancia como herramienta para el

fortalecimiento de la red y el SVEC, en el marco del ASPO, si bien el riesgo que atraviesa a esta modalidad se circunscribe principalmente en el deficitario acceso al servicio de internet.

El sistema de software en desarrollo se denomina: *ActuAR*. Su nombre se fundamenta en la necesidad de actuar con carácter urgente, no solo en la detección temprana de casos COVID y en la vigilancia epidemiológica comunitaria, sino también actuar en el acceso a bienes, servicios y programas del Estado que mejoren las posibilidades para el cumplimiento del aislamiento y la reproducción de la vida social.

Este sistema tiene como objetivo central la recolección de datos epidemiológicos y de georreferenciación de personas de riesgo dentro de barrios populares y asentamientos vulnerados tanto en el marco de la pandemia por COVID-19, como de otros eventos que se relacionen con problemáticas del barrio. El propósito del relevamiento en marcha es crear protocolos de prevención y control sanitario utilizando diversos métodos de recolección y tratamiento de información con la ayuda de un conjunto de aplicaciones de procesamiento, reporte y análisis para detectar prácticas y comportamientos sociales que puedan ajustarse para sistematizar estrategias de acción en este tipo de emergencias. La finalidad de *ActuAR* es dar soporte a los siguientes procesos: realizar encuestas de datos epidemiológicos y de geolocalización; comunicar la información sobre los resultados de los estudios realizados; brindar información relevante para los

vecinxs del barrio; proveer herramientas de análisis estadístico y social sobre los datos encuestados, su administración y visualización.

Los datos epidemiológicos de salud y condiciones de hábitat, actualmente en proceso de registro, se decidieron por consenso entre el equipo de investigadores y las referentes de organizaciones sociales durante las MTP realizadas, cumpliendo con las medidas de seguridad y preventivas en el marco del ASPO y por intermedio de comunicación remota (grupos de *whatsapp*). Se definieron variables cuanti y cualitativas, las que luego fueron objeto de conceptualización y operacionalización. Se seleccionaron además las unidades de análisis: viviendas e individuos en situación de riesgo según definiciones del Ministerio de Salud de la Nación.

En cuanto al aporte al SVEC, aquellos datos referidos exclusivamente a la alerta e identificación de casos potencialmente sospechosos de COVID-19 en el barrio, serán registrados y tratados como datos sensibles y bajo resguardo de la Ley 25.326 de Protección de los Datos Personales. Eventualmente, y cuando correspondiere, podrán ser registrados a través del Sistema de Información Geográfica en Epidemiología y Salud Pública (SIGEpi) en la plataforma informática del Sistema Nacional de Vigilancia de la Salud (SNVS), en el marco de la Emergencia Sanitaria declarada por la Ley de Solidaridad Social y Reactivación Productiva N° 27.541 y el DNU 260/2020.

El sistema *ActuAR* será utilizado por diferentes tipos de usuarios (anónimo, registrado y administrador), cada tipo interactuando y teniendo acceso a

diferentes partes y funciones del sistema. Está diseñado para realizar funciones de la aplicación móvil (completar encuestas, consultar informes, consultar información y contactos, formularios para referentes, etc.); y funciones de la/s aplicación/es administrativas web o de escritorio (manejo de sesión, de contactos, de usuarios de informes, etc.)

La interfaz de la aplicación móvil contará, además de las encuestas basales y semanales de la vivienda del usuario y de la población de mayor riesgo, con una sección de información general orientada a brindar noticias generales sobre protocolos, notas de interés general asociado al COVID-19 e información sobre corredores seguros para la atención de la salud.

3) Construcción y medición de indicadores epidemiológicos-sanitarios y de protocolos

Los indicadores epidemiológicos son variables que intentan medir u objetivar en forma cuantitativa o cualitativa, sucesos colectivos que permitan sustentar las acciones políticas, así como evaluar los cambios logrados por las mismas. Es una medición que refleja una situación determinada. La Organización Mundial de la Salud (OMS) los ha definido como *variables que sirven para medir los cambios*. A diferencia del dato, el indicador una vez analizado, genera información que, luego de interpretada, genera conocimiento.

Si bien el indicador ideal debe tener atribuciones científicas de validez, confiabilidad, sensibilidad y especificidad, en la práctica los indicadores ya sea

disponibles o elaborados a fines específicos no son tan perfectos y constituyen una aproximación de una situación real.

Para la implementación del SVEC, se seleccionaron indicadores epidemiológicos previamente definidos y se elaboraron otros específicos relacionados con el contexto barrial de Puente de Fierro, con las actividades planificadas en el marco del proyecto y con aquellas que surgen de la interacción entre los diferentes actores sociales, con el fin de contribuir al desarrollo de generalizaciones analíticas en pos de la replicabilidad de los procesos desarrollados.

Tipología de los indicadores epidemiológicos (de estructura, procesos y resultados):

- a) *estructurales de la población y su contexto*: % viviendas precarias; % población con trabajo informal y/o precario; % población con planes sociales, IFE, AUH; % organizaciones sociales activas en el barrio, instituciones escolares y religiosas, etc.
- b) *de potencial riesgo para el COVID-19*: hacinamiento; % de mayores de 60; % población con patologías crónicas; % población con acceso a agua potable; % menores de 5 años; población con cobertura de vacunación antigripal y anti neumocócica, etc.

c) *sistema de alerta de COVID-19*: incidencia de casos sospechosos; incidencia de casos confirmados; casos con derivación exitosa al sistema de salud, etc.³

Es importante destacar que gran parte de los indicadores epidemiológicos en su fase de línea de base serán herramientas para la *Construcción de la matriz comunitaria de acciones* con vecinos y referentes participantes.

Además de los indicadores clásicos de estructura, procesos y resultados, ya definidos y empleados en la mayoría de los sistemas de vigilancia epidemiológica, se elaboraron indicadores específicos para evaluar los resultados de la metodología empleada en el presente proyecto (IAP) y que aportan para el logro de los objetivos y actividades planteadas. Son indicadores de *procesos y productos de la red barrial*: % hogares participantes de la red; % organizaciones sociales barriales participantes de la red; % de población que asiste a los comedores/merenderos del barrio; % de viandas distribuidas; % de mejoras en la distribución y aprovisionamiento de insumos estratégicos (alimentación, medicamentos, prevención, etc.); % población con comorbilidades con acceso a la atención de la salud; % referentes activos en Comité Popular de Emergencia; % de organizaciones fuera de la red barrial activos en el barrio; % organizaciones/referentes participantes de los grupos de WhatsApp; % de vecinos que utilizan la App ActuAR; etc. A estos indicadores de carácter cuantitativo, se

3 Hasta la tercera semana de septiembre 2020: 327 casos sospechosos, de los cuales 117 confirmados y 210 descartados. Ningún fallecido.

suman aquellos indicadores cualitativos, elaborados a partir de la identificación, la clasificación y el análisis de los significados subjetivos que los diferentes actores sociales atribuyen a los hechos.

Construcción de protocolos con vecinxs y referentes participantes

En base al protocolo oficial elaborado por el Ministerio de Salud de Nación en relación a la identificación de casos sospechosos de COVID-19, casos de contacto estrecho y dinámica de atención y seguimiento, se adaptaron algunos procesos a la situación contextual del barrio. De la misma manera se consensuaron las medidas de autocuidado y aislamiento, así como el potencial contacto con equipo de salud, etc. Se capacitaron referentes de las organizaciones barriales en la toma de temperatura e identificación de casos sospechosos o contactos estrechos, así como en las medidas extremas de autocuidado en caso de potencial riesgo, como la interacción vecinal en los comedores o merenderos. Para esta actividad se les proveyó de termómetros y barbijos adquiridos con fondos del proyecto.

C) Actividades orientadas al desarrollo de la estrategia comunicacional

Como fue explicitado anteriormente, el diseño y aplicación de estrategias comunicacionales se hace presente permanentemente en el proyecto. Nos centraremos en este apartado en producciones comunicacionales concretas para diferentes soportes, formatos y lenguajes.

Las producciones terminadas y aquellas en desarrollo responden a los objetivos del proyecto: el objetivo innovador donde se propone establecer y fortalecer la generación de un SVEC basado en la comunicación para conocer, prevenir y mitigar los efectos de la pandemia COVID-19; el social que plantea formalizar y consolidar una red vincular y comunicacional a escala barrial para promover la autoprotección; y el objetivo territorial, de optimizar una red comunicacional, intersectorial y vincular a escala territorial haciendo más eficientes y efectivos los intercambios de insumos, productos y servicios.

Además de la producción audiovisual y gráfica para difusión en el barrio, se trabajó previamente con productos comunicacionales dirigidos a consolidar la aceptación del proyecto en el barrio. Se diseñó, elaboró y divulgó una serie de productos comunicacionales para: a) la sociabilización, con vecinas referentes, de la estructura de funcionamiento del Proyecto en el Barrio en articulación con los organismos del Estado, la Universidad y el CONICET; b) la progresiva aceptación en el barrio y por parte de las referentes en primera instancia, de la App para relevamiento, control y monitoreo de personas de riesgo y posibles casos de COVID-19; y c) tutorial sobre capacitación en herramientas de comunicación virtual.

**1) Difusión de informaciones útiles para la prevención y cuidado ante el COVID-19
atendiendo a la realidad de lxs destinatarixs del mensaje**

Se elaboraron contenidos referidos a: a) Tutorial sobre prevención del COVID-19: autocuidado, cuidados en el interior de las viviendas, cuidados durante las compras de alimentos y productos de primera necesidad, métodos de preparación de desinfectantes, etc.; b) Tutorial sobre prevención del dengue: definición, modo de transmisión, síntomas, identificación de caso, medidas preventivas; c) Tutorial sobre tratamiento para la infestación por ratas y medidas preventivas: hábitats favorables, enfermedades que transmiten, erradicación de nidos, medidas de prevención; d) Tutorial para vigilancia y cuidado barrial para referentes: medidas de autocuidado como referente, definición de caso sospechoso y contacto estrecho, medidas a adoptar frente a un caso sospechoso, sitios de aislamiento, manejo de contactos estrechos, uso del barbijo o tapabocas, datos de utilidad para estado de situación durante el relevamiento barrial, etc.⁴

Se trabajó a su vez en la coordinación y ejecución del comienzo de una campaña gráfica que apunta a la prevención del COVID-19 a través de productos comunicacionales-educacionales validados con referentes barriales en las MTP,

4 Zoonosis: <https://www.instagram.com/p/CFNLHW2hfxz/> Dengue: <https://www.instagram.com/p/CFIThgKBqKv/> Contacto Estrecho: <https://www.instagram.com/p/CFISqCZBih2/> Prevención COVID19: https://www.instagram.com/p/CFH_jZMBrU7/

generando estrategias de autocuidado aplicables ante las circunstancias habitacionales presentadas en los barrios populares.

En la primera serie de campaña gráfica se realizaron tres afiches de concientización y prevención que apuntan a la urgencia: las medidas de prevención y autoprotección para cuando todavía no se registraban casos de COVID en el barrio. Fueron colocados en organizaciones, comercios, plazas, paradas de micro y otros lugares concurridos para aumentar su visibilidad. La campaña apunta a la interpelación de lxs habitantes del barrio por lo que el diseño se trabajó con la centralidad de una foto actual del barrio y de autoría propia, tomada en un lugar que lxs vecinxs reconocen como su propio barrio, de modo que el contenido no replica consignas ni campañas que no se ajustan a su realidad. El segundo elemento central son los textos, con un mensaje de impacto, breve y preciso. Se recurrió también a insistir en la importancia de la solidaridad, del respeto, de cuidarse y cuidar al otro por sobre los mensajes de miedo y estigmatización que ha generado la pandemia en variadas situaciones.

Un aspecto central del proceso es que los afiches fueron trabajados y acordados con lxs participantes de la MTP. Allí, en reunión con vecinxs en el barrio, se les propuso la idea. Una semana después se consensuaron los mensajes y finalmente fueron diseñados, impresos y enviados a las diferentes organizaciones. Respetando esta lógica basada en una planificación comunicacional, se continúa con nuevas producciones que respondan a diferentes necesidades, objetivos y

destinatarios en los meses siguientes. Las primeras tres temáticas de la serie sobre el autocuidado atravesado por el compromiso y la solidaridad fueron: a) en la casa: lavado de manos; b) en las organizaciones: sobre el compromiso de cuidarnos y cuidar al otro y tomarse la temperatura (en especial por la compra y entrega de termómetros pistola para el barrio y ante la reticencia de algunos a controlarse la fiebre, y c) en los espacios públicos: no compartir mate ni bebidas del pico.



Figura 3. Serie de afiches impresos y pegados en el barrio al inicio del proyecto. Elaboración propia: Proyecto IP 763 COVID-19, MINCyT.

Figure 3. Posters printed and pasted in the neighborhood at the beginning of the project. Own elaboration: Project IP 763 COVID-19, MINCyT.

2) Producciones audiovisuales en desarrollo

Se trabajó en las primeras etapas de producción y registro para una serie de realizaciones audiovisuales que aspiran a fortalecer vínculos, destacar el valor del trabajo de las organizaciones y potenciar de este modo la ayuda social en el barrio.

El material recoge experiencias de los primeros cien días de cuarentena en Puente de Fierro y la importancia de las organizaciones barriales y de la solidaridad⁵. Luego del desarrollo de la idea se comenzó con la etapa de reproducción: contacto y comunicaciones telefónicas o presenciales con todxs lxs referentes barriales que participan del proyecto. Se acordaron objetivos y modos de circulación. Se pautaron fechas de encuentro en función de las actividades a registrar y se comenzó con los rodajes en organizaciones, ollas populares, comedores y copas de leche.

Reflexiones preliminares y perspectivas del proyecto

Este artículo es una síntesis de los avances del Proyecto IP 763 y da cuenta de articulaciones entre las primeras 87 acciones en marcha incluidas en el informe bimestral y la perspectiva científica transformadora adoptada y aplicada en un territorio concreto: el barrio Puente de Fierro. Se trata de una puesta en diálogo entre la perspectiva teórico-metodológica muy brevemente expuesta en la primera

5 El concepto moderno de solidaridad remite a dos proyectos opuestos: solidaridad filantrópica referida a la visión de una sociedad ética en la que los ciudadanos, motivados por el altruismo, cumplen sus deberes unos hacia otros voluntariamente. La segunda versión es la solidaridad como principio de democratización societal, resultado de acciones colectivas. Se basa tanto en la ayuda mutua como en la expresión reivindicativa, alcanzando la auto-organización y el movimiento social a la vez. Esta segunda versión supone una igualdad de derecho entre los involucrados (Laville, 2013:350-355). Y es la concepción que se corresponde con la Teoría de la Transformación y con el trabajo realizado en Puente de Fierro.

parte del artículo y los primeros resultados de la investigación obtenidos en estos dos meses. Al momento identificamos tres líneas emergentes del proceso de IAP, que en resumen son: “Medidas y acciones”, “Instituciones, Problemas, Intervenciones y Transformaciones” y “Cinco triangulaciones entre la ciencia y la comunidad”.

Medidas y acciones

El diagnóstico del barrio elaborado entre 2016 y 2020 fue cruzado con un diagnóstico realizado durante la pandemia, desde marzo 2020 al presente. Los acuerdos logrados durante las tres MTP y los miles de comunicaciones intercambiadas en sendos grupos de whatsapp, su registro, sistematización, análisis e interpretación, nos permitieron comunicar de manera simple y resumida el panorama de medidas y acciones en marcha en el barrio. De todas maneras, lxs referentes de Puente de Fierro llevan más de dos décadas de organización, trabajo y compromiso: esto cuenta. Nuestra tarea de IAP consistió en sistematizar sus identidades, necesidades y sueños para visibilizar su quehacer, el cual se comunica de manera sencilla en este pequeño afiche que fue distribuido entre las organizaciones barriales participantes.

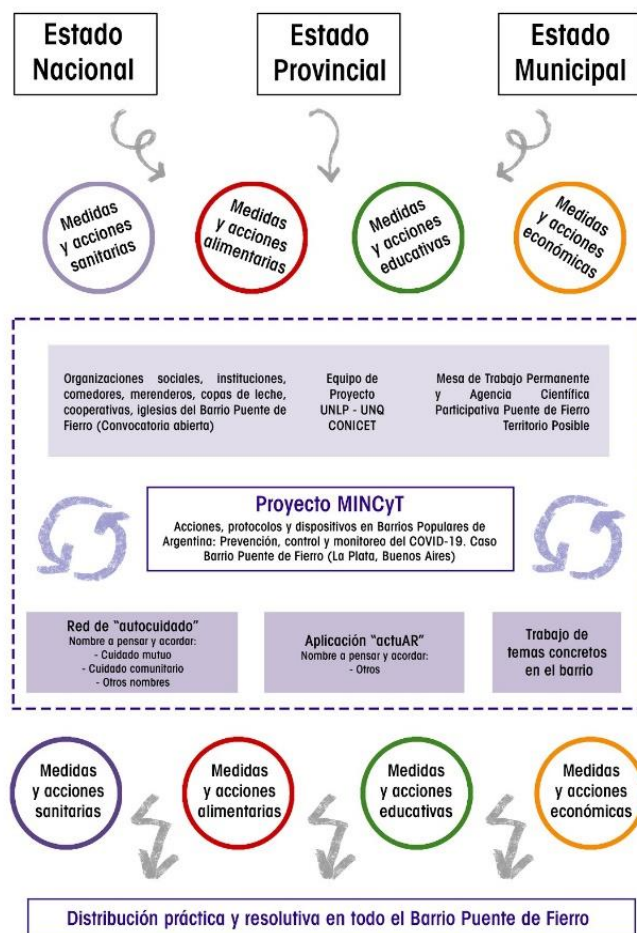


Figura 4. Medidas y acciones sanitarias, alimentarias, educativas y económicas. Elaboración propia: MTP y ACP “Puente de Fierro Territorio Posible” UNLP-CONICET, IP 763 MINCyT.

Figure 4 (previous page). Health, food, educational and economic measures and actions. Own elaboration: MTP and ACP “Puente de Fierro Territorio Posible” UNLP-CONICET, IP 763 MINCyT

Es oportuno consignar que en el “árbol de problemas” del barrio las “medidas y acciones sanitarias, alimentarias, educativas y económicas” no tienen niveles jerárquicos equivalentes: las mayores urgencias y necesidades son alimentarias y

económicas; los mayores sueños son educativos y en materia de capacitación laboral, mientras que la salud es un tema que antes de la pandemia no aparecía como tema central, lo cual se comprende en tanto sus habitantes son “olvidados estructurales” de las políticas públicas hace más de cuatro décadas.

3) Instituciones, Problemas, Intervenciones y Transformaciones.

Como una manera de sistematizar nuestro quehacer colectivo -entre investigadores y referentes del barrio- construimos una matriz integrada por las siguientes columnas: : Institucionalidad (Niveles Nacional, Provincial y Municipal), Fecha, N° de resultado al que aporta, N° de objetivo al que aporta, Actores, Temas/Problemas, Qué necesita el barrio?, Respuesta (No hubo, hubo respuesta sin acción, hubo una acción concreta), Grado de intervención (alto, medio, nulo, bajo), Grado de transformación (alto, medio, nulo, bajo).

Esta forma de documentar el quehacer de la IAP nos permite: a) analizar e interpretar los resultados que vamos obteniendo, b) articular los pilares de la IAP presentes en la obra de Orlando Fals Borda y de la educación popular en la producción de Paulo Freire con los avances de la investigación publicados en el libro Transformar Diálogos de Saberes en Diálogos de Haceres (Bozzano y Canevari, 2020); c) aplicar en mejores condiciones el Método Territorio, d) prefigurar el esquema del libro que planificamos publicar al término del proyecto

MINCyT en 2021; y e) aplicar en mejores condiciones las cinco triangulaciones entre la ciencia y la comunidad, las que presentamos a continuación.

A	B	C	D E F G H I J							K L M N O					P	Q	R	S				T	U	V	W	X	Y	Z	AA															
			N° De resultado al que aporta							N° De objetivo al que aporta								Que necesita el barrio?	Respuesta (No hubo, hubo respuesta sin acción, hubo una acción concreta)	Grado de intervención (previo a la presentación del informe 10 de septiembre 2020)										Grado de transformación (previo a la presentación del informe 10 de septiembre 2020)														
21	Subsecretaría de Emergencias Médicas (SAMC) - Secretaría de Coordinación Municipal	Enviado 2, 14, 22 de julio	1															Salud (insumos - prevención)	Genero expediente administrativo 4061-1149167/2020 el cual fue derivado 22 de julio 2020 a la Secretaría de Salud (SAMC), para la prosecución del trámite correspondiente.				1																					
22	Gobierno de la Provincia de Buenos Aires	Enviado 2, 27 de julio y 5 de agosto sin respuesta	1													1		Ministro de Desarrollo de la Comunidad (Dr. Aníbal LARROQUE	Enviemos nota en formato PDF, con el objeto de solicitar la pronta ejecución de cinco medidas para prevenir posibles casos de COVID - 19 en el barrio Puente de Fierro, localidad de Altos de San Lorenzo, La Plata.	Alimentos, Salud (insumos - prevención), Banca Móvil, Micros	Sin respuesta											1												
23	Deputados Provincia de Buenos Aires	Enviado 2, 22 de julio y 5 de agosto	1					1								1		Diputado de la Provincia de Buenos Aires - Lic. Guillermo ESCOBEDO	Enviemos nota en formato PDF, con el objeto de solicitar la pronta ejecución de cinco medidas para prevenir posibles casos de COVID - 19 en el barrio Puente de Fierro, localidad de Altos de San Lorenzo, La Plata.	Alimentos, Salud (insumos - prevención), Banca Móvil, Micros	El 5 de agosto respondió Noelia Baina, dijo que: "el Diputado Escudero se encuentra trabajando el tema pero ustedes dirán cuando, con los cuidados correspondientes, se pueda tener una reunión presencial". Podemos que se hiciera virtual y que nos especificara los temas en los que viene trabajando, aún no respondió.													1										
24	Consejo Provincial de Coordinación con el	2 de julio, 5 de agosto	1													1		Florencia Sotomaior	Enviemos nota en formato PDF, con el objeto de solicitar	Alimentos, Salud (insumos -	Hasta la fecha sin respuesta.																				1			

Figura 5. Cuadro "Instituciones, Problemas, Intervenciones y Transformaciones Articuciones y Acciones" .Elaboración propia: IP 763 MINCyT, MTP y ACP "Puente de Fierro Territorio Posible" UNLP-CONICET.

Figure 5. Table "Institutions, Problems, Interventions and Transformations Articulations and Actions". Own elaboration: IP 763 MINCyT, MTP and ACP "Puente de Fierro Territorio Posible" UNLP-CONICET.

4) Cinco triangulaciones entre la ciencia y la comunidad.

Producto de dos décadas de IAP, en 2012 publicamos estas cinco triangulaciones en el libro de Inteligencia Territorial, que pueden consultarse allí in extenso. Básicamente se trata de cinco triangulaciones cuyo propósito es ir produciendo descensos en los grados de abstracción científica y teórica hasta aplicar de manera

concreta en los trabajos y resultados que los colectivos de vecinxs y científicos realicen con el acompañamiento de políticos y empresarios.

En resumen, la primera triangulación es paradigmática y se nutre de los aportes de B. de Sousa Santos; la segunda es teórica mientras que las siguientes refieren a las tres fases de un objeto de investigación con IAP: estudio, intervención y transformación. Reproducimos a continuación las figuras con las que resumimos estas triangulaciones.

El análisis, la interpretación y la articulación de las “Medidas y acciones” y las “Instituciones, problemas, intervenciones y transformaciones” en relación con las cinco triangulaciones brevemente presentadas aquí están produciendo avances científicos innovadores de gran utilidad para pensar en su replicabilidad en muchos otros barrios populares, como también en miles de lugares rurales olvidados en América Latina.

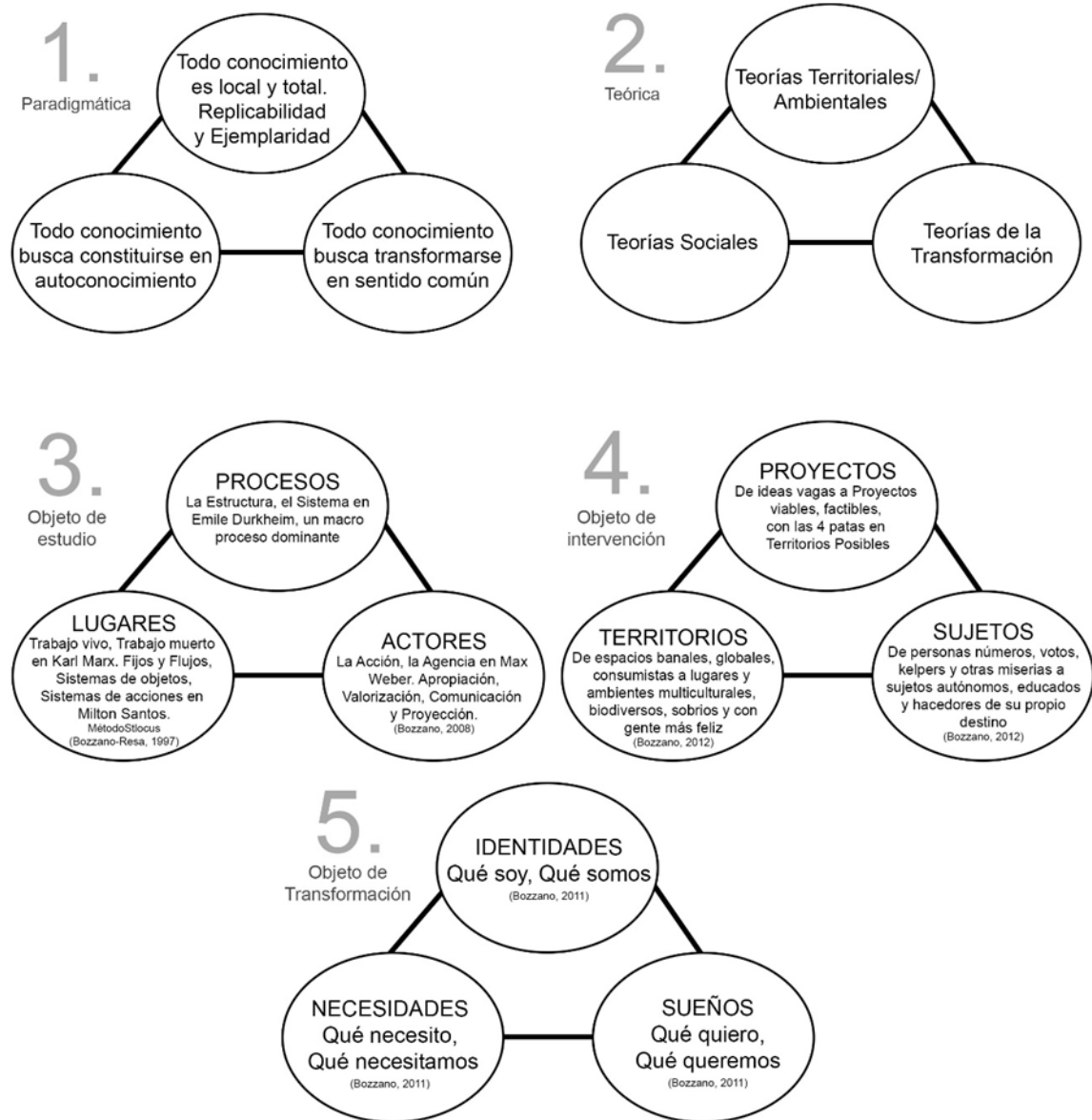


Figura 6. Cinco Triangulaciones entre la Ciencia y la Comunidad. Fuente: H. Bozzano (2012) Libro de la Inteligencia Territorial, Edulp, UNLP. 2a edición libre: 2020

Figure 6. Five Triangulations between Science and Community. Source: H. Bozzano (2012) Book of Territorial Intelligence, Edulp, UNLP. 2nd free edition: 2020

A modo de cierre.

Los resultados obtenidos en esta primera etapa han permitido no solo poner en marcha un modelo de autocuidado a nivel de las poblaciones socioeconómicamente vulneradas de la Argentina, sino también avanzar en la validación de algunas de las herramientas aplicadas para tal fin.

Se estima que la presente situación de pandemia perdurará por un largo período. Resulta entonces importante comunicar los logros de este modelo para estimular a otros grupos de trabajo que basan sus proyectos en la IAP en poblaciones igualmente vulnerables o vulneradas.

En las próximas comunicaciones sobre las otras etapas del proyecto, se publicarán los resultados obtenidos con la utilización de la aplicación informática desarrollada y con la profundización de las actividades mencionadas en términos de impacto social y sanitario en el marco del desafío que propone mitigar la pandemia por COVID-19.

Agradecimientos

Queremos agradecer enormemente el estoico trabajo que desarrollan lxs referentes del barrio. Nuestra tarea sería insignificante de no encontrarse apuntalada por los profundos aprendizajes que nos brindan con su entrega la labor colectiva en, para y por el barrio. Un especial agradecimiento para: Rosa

Dejesús, Silvia Tabarez, Claudia Jacu, Ana María Díaz, Mónica Dejesús, Zulema Díaz, Cristina Friedrich, Cecilia Godoy y Sergio Eloy Molina.

Referencias bibliográficas

Bozzano H. y Canevari T. (2019). Scientific Agendas and Work Tables: An initiative in La Plata, Ensenada and Berisso, Argentina. *International Journal of Action Research*, 15 (1). http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.10573/pr.10573.pdf

Bozzano, H. (2000). *Territorios reales, territorios pensados, territorios posibles: Aportes para una teoría territorial del ambiente*, 3a ed. 2012, Buenos Aires, Espacio.

Bozzano, H. (2013). La geografía, útil de transformación: El método Territorii, diálogo con la Inteligencia Territorial. *Campo-territorio*, 8 (16): 448-479. http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.10564/pr.10564.pdf

Bozzano, H. (2017). Territorios posibles y utopías reales: Aportes a las teorías de la transformación: Inteligencia territorial y justicia territorial. *Arquetipo*, (15): 71-91. http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.10574/pr.10574.pdf

Bozzano, H. y Canevari, T. (2017). Gente, Ciencia y Políticas Públicas. Inteligencia, Desarrollo y Justicia Territorial. El PIO UNLP-CONICET: iniciativas en La Plata, Ensenada y Berisso, Argentina, en I SIET "A praxis no Desenvolvimento Territorial". <http://eventosunioeste.unioeste.br/index.php/seet-siet-inicial>

Bozzano, H. y Canevari, T. (Coordinadores) (2020). Transformar Diálogos de Saberes en Diálogos de Haceres. Ciencia, Comunidad y Políticas Públicas, La Plata, Coedición Edulp UNLP-CONICET. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/107397>

Bozzano, H., Karol, J. y Cirio, G. (2009). Perspectiva EIDT en Entendimiento, Inteligencia y Desarrollo Territorial. Ponencia en I SIIT Seminario Internacional de Inteligencia Territorial, Universidad Nacional de La Plata, Actas (La Plata, 14 y 15 de diciembre)

Bozzano, H., Biera, A., Dejesús, R., Díaz, A., Jacu, C., Mercado, C., Tabarez, S. (2017). Territorios posibles y mesas de trabajo permanente: otras Políticas Públicas. Caso Puente de Fierro, La Plata, Argentina. II Jornadas de Ordenamiento Territorial, 26 y 27 de octubre, San Juan, Argentina. http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.12033/ev.12033.pdf

Bozzano, H., Biera, A., Lassalle, A., Gutiérrez, J. y Heredia, V. (2018). La gente y la ciencia, otras políticas públicas: Casos en La Plata, Ensenada y Berisso. I Jornadas Platenses de Geografía, 17 al 19 de octubre, La Plata, Argentina. En: Actas. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Geografía. http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.11245/ev.11245.pdf

Bozzano, H., Girardot, J.J., Cirio G., Barrionuevo, C. y Gliemmo F. (2012). *Teoría, métodos e iniciativas en Europa y América Latina*, La Plata, Edulp. 2a edición: 2020

Canevari, T. (2020). La interdisciplina para el diseño de acciones estratégicas en barrios populares de Argentina ante el COVID-19. *Question/Cuestión*, 1(junio), e372.

<https://doi.org/10.24215/16696581e372>

de Sousa Santos, B. (2009). *Una epistemología del Sur. La reinención del conocimiento y la emancipación social*, México, Clacso - Siglo XXI.

Fals Borda, O. (1986). La investigación-acción participativa: Política y epistemología.

En: Camacho, A. (editor), *La Colombia de hoy*, Bogotá, Cerec.

Fals Borda, O. (2009). Cómo investigar la realidad para transformarla. En *Una sociología sentipensante para América Latina*, Bogotá-Buenos Aires, Siglo del Hombre Editores-CLACSO, pp. 253- 302.

Ferrari, P. y Bozzano, H. (2019). Justicia territorial y justicia espacial. Urbanizaciones informales en La Pampa y Patagonia argentina. *Revista Universitaria de Geografía*, 28 (2). <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3832/383261555006/html/index.html>

Freire, P. (1996). *Pedagogía da autonomia*. Río de Janeiro, Paz e Terra.

Laville, J.L. (2013) Solidaridad. En Coraggio, J.L., Laville, J.L. y Cattani, A. (organizadores) *Diccionario de la otra economía*, Buenos Aires, UNGS.

Long, N. (2007). *Sociología del Desarrollo: Una perspectiva centrada en el actor*. México, Editorial El Colegio de San Luis-CIESAS.

Rifkin, J. (2011). *La troisième révolution industrielle. Comment le pouvoir latéral va transformer l'énergie, l'économie et le monde*, Paris, Les Liens qui Libèrent.

Wright, E. (2015). *Construyendo utopías reales*. Buenos Aires, Akal.

Entrevistas radiales, fuentes estadísticas oficiales:

- CISAUA (2016) Centro de Investigaciones en Suelos y Agua de Uso Agropecuario, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de La Plata
- Diario El Día: “Científicos platenses son parte de los 64 argentinos elegidos para financiar sus investigaciones sobre COVID-19”
<https://www.eldia.com/nota/2020-5-2-13-46-0-cientificos-platenses-son-parte-de-los-64-argentinos-elegidos-para-financiar-sus-investigaciones-sobre-covid-19-informacion-general>
- Entredichos. Intervenciones y debates en Trabajo Social: “Un relato pospandemia para una nueva normalidad”
- FM Sensaciones: Info y Opinión: “La ciencia al servicio de la salud”
- Google Earth (2020) Imágenes satelitarias, varios años (2003/2020)
- <http://entredichos.trabajosocial.unlp.edu.ar/2020/05/11/un-relato-pospandemia-para-una-nueva-normalidad>
- <http://www.fmsensacionescabrera.com/2020/05/06/info-y-opinion-la-ciencia-al-servicio-de-la-salud>
- <https://lacielo.com.ar/nota/10793/horacio-bozzano-director-del-proyecto-covid19-en-barrios-populares-en-esta-zona-hay-130-hacinamientos-informales-puentes-de-ferro-es-el-mas-grande>

- <https://participacionbogota.gov.co/colombia-y-argentina-comparten-experiencias-de-cuidado-participacion-y-tecnologia>
- <https://www.telam.com.ar/notas/202005/465663> investigacion-red-cuidado-barrio-popular-la-plata.html
- <https://www.youtube.com/watch?v=ys-9g4GxFjs&feature=youtu.be>
- Instituto Distrital de la Participación y Acción Comunal, Gobierno de Bogotá “Colombia y Argentina comparten experiencias de cuidado, participación y tecnología”
- Pulso Noticias: “Puente de Fierro: la tecnología al servicio de los barrios populares” <https://pulsonoticias.com.ar/68538/puente-de-fierro>
- Radio Cielo: “Horacio Bozzano, Director del Proyecto Covid19 en barrios populares: “En esta zona hay 130 asentamientos informales. Puentes de Fierro es el más grande”
- ReNaBaP (2016) Registro Nacional de Barrios Populares Argentinos <https://www.argentina.gob.ar/desarrollosocial/renabap>
- RPPVAP (2015) Registro Público Provincial de Villas y Asentamientos Precarios, Ley 144449, Provincia de Buenos Aires
- Télam: “Implementarán una “red de cuidado” basada en la tecnología en un barrio popular de La Plata”
- TV Universidad: “Proyecto Protocolos y dispositivos en Barrios Populares Argentinos” <https://www.youtube.com/watch?v=QfmZyw5eUZg>

- Universidad Popular Alejandro Korn: “La ciencia aplicada al ordenamiento territorial. Pensar las políticas del futuro de la Argentina”

Estrategias etnográficas para un encuadre innovador del COVID-19

Laura S. Teves^{1,3}; Carolina Remorini^{2,3}, María Gabriela Morgante^{1,3}

¹Laboratorio de Investigaciones en Etnografía Aplicada - Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP-CIC; ²Laboratorio de Investigaciones en Etnografía Aplicada - Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP-CIC y CONICET; ³linea@fcnym.unlp.edu.ar

Resumen. *Se aborda el problema del COVID-19, partiendo del concepto de sindemia y desde la perspectiva teórica y metodológica de una Etnografía Aplicada orientada a identificar factores que originan y/o modelan cambios en la vida cotidiana a micro escala, enfocando en facilitadores o barreras que dificultan el acceso a los recursos para el bienestar, la salud y la subsistencia. Nos interesa visibilizar procesos novedosos de cooperación y articulación social que reconocen a los actores e instituciones comprometidos en la atención y resolución de problemas en contextos locales. En este desarrollo se reconocen las demandas y necesidades específicas de los grupos vulnerables -personas con enfermedades preexistentes, personas mayores de 60 años, trabajadores esenciales de la salud, familias con personas COVID-19 positivos, entre otros-. Al respecto nos preocupa evaluar las dificultades que presentan diferentes sectores para resolver problemas cotidianos, como el acceso a servicios de salud y cuidado, teniendo en cuenta las redes de apoyo y las estrategias comunitarias locales.*

Los objetivos que guiaron el proceso para abordar el problema del COVI-19 se fundamentan en la articulación de la investigación, extensión y transferencia. Estos objetivos aportan a la revisión de conceptos y enfoques desde la obtención de datos propios, resultando en el desarrollo de estrategias innovadoras. Nuestro desarrollo busca contribuir al fortalecimiento de las capacidades municipales y provinciales para el abordaje de la sindemia de COVID-19, a través de la construcción de herramientas, modelos y bases de datos sobre los efectos en la salud y el bienestar de diferentes sectores de la población local.

Nuestro desarrollo consiste en la generación de un Observatorio COVID-19, basado en el registro y sistematización de datos mixtos, el diseño de instrumentos, la construcción de bases de datos, y la modelización. El proyecto busca crear un Observatorio sobre COVID-19 con el objetivo de

relevar y transferir información novedosa sobre las redes personales, las perspectivas y experiencias de pacientes y trabajadores de salud, la circulación de recursos que contribuyan al cuidado y apoyo a grupos de vulnerables y situación de aislamiento por COVID-19 en el Gran La Plata. Los productos a desarrollar son un conjunto de herramientas para cumplir con los objetivos de relevar y transferir información novedosa sobre las redes personales, las perspectivas y experiencias de pacientes y trabajadores de salud, la circulación de recursos que contribuyan al cuidado y apoyo a grupos de vulnerables y la situación de aislamiento por COVID-19 en el Gran La Plata. Los productos son seis y se presentan a continuación:

*Producto 1: Herramienta para una recolección estandarizada de datos de actores y relaciones en el contexto de prácticas cotidianas: de los *casos positivos de COVID-19, y de *recursos esenciales para el sostén cotidiano o red de apoyo y capital social; y *grupos vulnerables. Producto 2: Herramienta de relevamiento de datos sobre perspectivas y experiencias de los trabajadores de salud, investigadores y tomadores de decisiones. Producto 3: Herramienta de relevamiento de datos sobre perspectivas y experiencias cotidianas de las Personas Mayores en primera persona y las representaciones de otros integrantes de las unidades domésticas, especialmente de niños y niñas. Producto 4: Modelo de análisis reticular de COVID-19 basado en una selección de casos que incluya el cálculo del tamaño promedio de una red personal de los casos confirmados y de sus contactos estrechos, en muestras al azar. Así como la elaboración de materiales visuales gráficos que representen la dinámica de los contagios, en contexto. Producto 5: Base de datos y elaboración de cartografía temática de casos COVID-19 positivos y sus vínculos de contactos directos, incluyendo ubicación georeferenciada. Producto 6: Base de datos con información cuali-quantitativa sobre políticas, guías e instrumentos de gestión local y de los otros países participantes. Análisis comparativo de políticas públicas.*

Los productos obtenidos de esta propuesta podrán ser transferidos a profesionales de servicios e instituciones públicas, a gestores y tomadores de decisiones en políticas en salud, y a los referentes territoriales e institucionales en el AMBA. Consideramos que las innovaciones sociales que proponemos satisfacen simultáneamente las necesidades concretas de los grupos vulnerables, creando nuevas relaciones o colaboraciones sociales. Esto introduce cambios a nivel micro y macro estructurales, involucrando a las personas y sus comunidades de referencia e influyendo a nivel de las instituciones públicas y privadas, en sentido amplio.

Palabras clave: etnografía aplicada; innovación social; transferencia; COVID-19; vida cotidiana; interacciones sociales; salud; bienestar

Recibido: 05/11/2020 Aceptado: 10/11/2020

DOI: <https://doi.org/10.24215/26838559e026>

Ethnographic strategies for an innovative framework of COVID-19

Abstract. *The problem of Covid-19 is tackled from the concept of syndemic and the theoretical and methodological perspective of Applied Ethnography oriented to identify factors which cause or shape changes in everyday life at a micro scale, focusing on the facilitators or barriers that affect the access to the resources for welfare, health and subsistence. Likewise, we are interested in drawing attention to new cooperation and social articulation processes which acknowledge the actors and institutions committed to addressing and solving problems in local contexts.*

In this development, the specific demands and needs of vulnerable groups are considered - people with pre-existing diseases, people over 60 years of age, healthcare workers, families with Covid-19 positive members, among others-. In this respect, we would like to assess the difficulties the different sectors present to solve everyday problems, such as the access to health care and services, taking the support nets and local community strategies into consideration.

The objectives that led the process to tackle the problem of Covid-19 are based on the articulation of the research, extension and transference. These objectives contribute to the revision of concepts and approaches by means of obtaining our own data, resulting in the development of innovative strategies. Our development seeks to contribute to the strengthening of municipal and provincial capacities to tackle Covid-19 syndemic, building tools, models and databases on the effects on health and welfare in the different sectors of the local population.

Our development is based on the generation of a Covid-19 Observatory according to the register and systematization of mixed data, instruments design, database construction and modelization. The project seeks to create an Observatory of Covid-19 with the purpose of collecting and transferring new information about personal nets, patients and healthcare workers' perspectives

and experiences, the circulation of resources which contribute to the care and support of vulnerable groups and situations of isolation due to Covid-19 in the suburbs of La Plata.

*The products to be developed are a set of tools to meet the objectives of collecting and transferring new information about personal networks, the perspectives and experiences of patients and health workers, the circulation of resources that contribute to the care and support of vulnerable groups and the situation of isolation due to COVID-19 in Greater La Plata. The products are six and are presented below: Product 1: tool for the standardized collection of data on actors and relationships in the context of everyday practices: on *Covid-19 positive cases, and on *essential resources for everyday support or support net and social capital; and *vulnerable groups. Product 2: tool for collection of data on healthcare workers, researchers and decision makers' perspectives and experiences. Product 3: tool for collection of data on elders' first hand representations, perspectives and everyday experiences and through other members of the family unit (especially boys and girls). Product 4: Covid-19 reticular analysis model based on the selection of cases which includes the standard size estimation of a personal net of confirmed cases and their close contacts, in random samples. Also, the elaboration of graphic material which represents infection dynamics in context. Product 5: database and elaboration of thematic cartography of Covid-19 positive cases and their bonds with direct contacts, including georeferenced location. Product 6: database with quantitative and qualitative information about politics, guides and management instruments, both local and from other participating countries. Comparative analysis of public policies.*

The products obtained from this proposal can be transferred to professionals from public services and institutions, health policies managers and decision makers, and to territorial and institutional referents in the Metropolitan Area of Buenos Aires. We believe that the social innovations we propose simultaneously address the concrete needs of vulnerable groups, creating new social relationships and collaborations. This introduces changes at both micro and macro structural levels, which will involve reference people and their communities, and will have a comprehensive influence on both private and public institutions.

Keywords: applied ethnography; social innovation; transference; COVID-19; everyday life; social interactions; health; welfare

Novedad u originalidad local en el conocimiento

La pandemia de COVID-19 ha dado lugar a una situación sin precedentes a escala mundial, con más de un millón de muertos en la actualidad. La comprensión de sus dimensiones epidemiológicas, sanitarias, sociales, ambientales, políticas y económicas (Singer, 2003; Irons, 2020; Vanderslott y Marks, 2020; Vindrola y Johnson, 2020) requiere abordar su expresión a nivel local. La introducción del término *sindemia* permite su tratamiento como un fenómeno social que no se resuelve únicamente por la vía médica, y evidencia cómo un mismo evento tiene efectos dispares cuando se trata de contextos socio-ambientales caracterizados por la inequidad que, entre otros factores, aumenta la vulnerabilidad social (Singer y Claire, 2003; Singer et al 2017). Territorialidad, género, edad, ocupación, grado de acceso a la salud y educación son algunas de las variables fundamentales que merecen analizarse en la interseccionalidad con las expresiones de la pandemia y las posibilidades de atender a las recomendaciones en términos sanitarios.

La definición del problema, el enfoque analítico y la metodología desde una perspectiva etnográfica, permiten visibilizar cambios en la vida cotidiana a micro escala: barreras o facilitadores en el acceso a recursos para el bienestar, la salud y la subsistencia; así como formas novedosas de cooperación y articulación social. Igualmente favorece el reconocimiento de actores e instituciones locales, más o menos directamente comprometidos en la atención y resolución de problemas en contextos como el aquí descrito.

Grado de relevancia

La relevancia del desarrollo propuesto reside en la aplicación de estrategias etnográficas al estudio de la cotidianeidad del COVID-19 a escala local. Ello condiciona la formulación de los objetivos conceptuales, metodológicos y de transferencia. Se vincula con un trabajo previo en los territorios a los que se aplica este desarrollo. La elección en término de política científica apuesta a trascender los espacios de laboratorio para construir agendas colaborativas. Se reconoce la necesidad de flexibilizar el diseño de herramientas, para adecuar el trabajo etnográfico, aplicado a las situaciones imprevistas que ofrece la dinámica de la pandemia (Valero y Morgante, 2020). También fortalece la perspectiva de la Universidad Nacional de La Plata de optimizar y potenciar sus recursos y generar resultados que atiendan a las especificidades locales. Por último, el desarrollo propuesto posibilita la creación de bases de datos en formatos seguros y accesibles, de acceso público.

Se reconocen como disciplinariamente relevantes las demandas y necesidades específicas de los conjuntos vulnerables -personas con enfermedades preexistentes, personas mayores de 60 años, trabajadores esenciales de la salud, entre otros-. Las dificultades que presentan diferentes sectores para resolver problemas de la vida cotidiana, entre ellos el acceso a servicios de salud y cuidado, exigieron reorientar las redes de apoyo hacia aquellas de tipo informal y otras estrategias comunitarias que las complementen.

Desde una Etnografía Aplicada, es posible contribuir al abordaje de la sindemia articulando investigación, extensión y transferencia, aportando a la revisión de conceptos y enfoques desde datos propios resultado de la aplicación de estrategias innovadoras, algunas de las cuales se derivan de herramientas metodológicas clásicas de nuestro campo.

Grado de pertinencia

El objetivo es generar datos y modelos basados en variables específicas del contexto local, en este caso, el aglomerado urbano del Gran La Plata (Provincia de Buenos Aires), atendiendo a una población de más de 800.000 habitantes.

En el territorio bonaerense el manejo de la pandemia adquiere características distintivas respecto de otras regiones del país. Entre otras razones porque aquí reside cerca de un tercio de su población y se localiza el cordón peri-urbano más poblado, el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA). Además, concentra el mayor porcentaje de Personas Mayores (de 60 años de edad y más), que se definen sanitariamente como uno de los grupos de riesgo y de mayor mortalidad.

Nuestro desarrollo busca contribuir al fortalecimiento de las capacidades municipales y provinciales para el abordaje del COVID-19, a través de la construcción de herramientas, modelos y bases de datos sobre los efectos en la salud y el bienestar de diferentes sectores de la población local. Ello podrá ser transferido a

profesionales de servicios e instituciones públicas y a gestores y tomadores de decisiones en políticas públicas, referentes territoriales e institucionales.

Consideramos que esta innovación social satisface simultáneamente las necesidades territoriales y crea nuevas relaciones o colaboraciones sociales, que pueden implicar cambios estructurales en diferentes niveles, fundadas en las relaciones sociales y en las experiencias de los receptores (Moulaert et al, 2013; Comisión Europea, 2015; Bock, 2016; Jaeger-Erben et al, 2015; McMichael y Shipworth, 2013).

Grado de demanda

Siguiendo los principios de una Etnografía colaborativa, los primeros demandantes se identifican con los actores comunitarios con los que desarrollamos proyectos sostenidos en el tiempo, localizados en los barrios El Retiro, Villa Argüello y Etcheverry, y en la localidad de Melchor Romero de La Plata. La demanda se canalizó a través de distintas vías, entre las que se incluyen actores universitarios en la gestión territorial y la extensión, representantes en las mesas técnicas barriales y comités de crisis, agentes sanitarios, equipos docentes y orientadores pedagógicos, y miembros de otras organizaciones sociales, estatales o civiles.

La demanda derivó en la implementación de una primera línea de acciones sobre la base de la adecuación de intervenciones y proyectos preexistentes, que se

evaluaron adecuados pero no suficientes para dar cuenta del impacto de la pandemia.

Una segunda instancia resultó en el desarrollo que aquí se expone, articulando líneas de trabajo y experticia de distintos investigadores del LINEA, tanto en el territorio bonaerense como en otras provincias, en diálogo con otros especialistas. Ello también dio lugar a abrir nuevas colaboraciones con actores universitarios y del sistema de salud local (Teves et al, 2018; Morgante et al, 2018; Remorini et al, 2020). Finalmente, en el mes de julio de 2020 la Universidad Nacional de La Plata, a través de MINERVA Incubadora de Emprendimientos, distinguió y promovió a este proyecto por su potencial para desarrollar ideas estratégicas en relación al COVID-19, lo cual facilitó el testeo de los primeros pasos de las estrategias propuestas, su reformulación y la llegada a nuevos demandantes¹.

Desarrollo del producto

Nuestro desarrollo consiste en la generación de un Observatorio COVID-19, basado en la construcción de datos de tipo mixto (cuali-cuantitativos) provenientes de un proyecto que articula investigación, extensión y transferencia.

¹ *“Redes personales, perspectivas y experiencias de pacientes y trabajadores de salud del Gran La Plata en el contexto de la pandemia de COVID-19. Estudio de asesoría rápida como aporte a las políticas públicas en el territorio bonaerense.”* LINEA-UNLP-CIC reconocido por la INCUBADORA MINERVA DE EMPRENDIMIENTOS como parte de los Proyectos estratégicos de la Universidad Nacional de La Plata, en el marco de la convocatoria *“Tu idea Suma. COVID-19”*. Expediente Código 100 N° 895/3/20 -Año 2014, La Plata, 7 julio de 2020.

Para su formulación partimos de los siguientes antecedentes:

- Si bien los datos sobre el COVID-19 hasta el momento son escasos y fragmentarios, existen numerosos antecedentes que demuestran la especificidad del abordaje antropológico y la metodología etnográficos para el análisis de las epidemias a lo largo de la historia reciente (Hewlett et al, 2005; Vanderslott, 2020; Vindrola et al, 2020).
- En el contexto actual, la necesidad de un enfoque que trascienda la visión estrecha de las pandemias como un problema médico, y de la salud como un proceso biológico, requiere de investigaciones que sean capaces de generar datos que aporten a una visión ecológica de la pandemia y den lugar a estrategias innovadoras para articular datos provenientes de los contextos locales.
- Las perspectivas históricas señalan la necesidad de considerar la pandemia como consecuencia de la coevolución de factores biológicos, políticos, comerciales y médicos (McNeal, 1970).
- El empleo del término “sindemia”, acuñado por el antropólogo y médico Merrill Singer en 1990, resulta de relevancia para abordar la crisis originada por el brote de COVID-19. Desde esta perspectiva, se sostiene que los efectos sobre la salud ocasionados por el COVID-19 no pueden atribuirse únicamente a la acción del virus, y las infecciones no pueden considerarse de manera independiente del contexto socio- ambiental de cada persona.

- El COVID-19 y la medidas de aislamiento y distanciamiento social concomitantes pueden considerarse en términos de “acontecimiento disruptivo” en el curso de la cotidianidad, provocando reelaboraciones en las estrategias de organización colectivas, ya sea a nivel doméstico, comunitario e institucional. Afrontar las situaciones desconocidas es posible sobre la base de la disponibilidad de un stock cultural, disponible y accesible al actor y que le sirve de referencia e interpretación para volver ante lo desconocido (Reguillo, 2005; Lalive D'Epinay, 2008).
- La escala y metodología etnográficas, con su foco en la vida cotidiana y en los contextos relacionales, permiten articular datos sobre actividades, organización y vínculos en diferentes dominios de la vida colectiva, junto con mostrar la vulnerabilidad social a diferentes escalas y teniendo en cuenta sectores específicos que resultan de la interseccionalidad de variables socio-ambientales y epidemiológicas (Rugani, Caro, 2020; Bashir, Ben Jiang, Bilal et al, 2020; Morgante y Valero, 2020). Los datos sobre procesos a microescala pueden generar *insights* que den cuenta de las conexiones a escalas meso y macro en la estructura social.
- Desde una Etnografía Aplicada es posible contribuir al abordaje de la sindemia aportando a la revisión de conceptos y enfoques desde datos propios resultado de la aplicación de estrategias innovadoras.

Con base en este enfoque y antecedentes, definimos nuestro proyecto y el desarrollo del producto, en función de reconocer un conjunto de problemas a diferentes niveles:

- La pandemia de COVID-19, desde el punto de vista de los estados y organismos internacionales de salud, ha generado la necesidad de contar con diagnósticos precisos y con datos confiables y actualizados sobre dimensiones epidemiológicas, sanitarias, socioambientales y económicas.
- El COVID-19 se contagia por contactos interpersonales, y no hay estudios sistemáticos en la Provincia de Buenos Aires sobre qué clase de flujos de contactos cotidianos depende esta dinámica, tomando la intersección de variables relevantes para la delimitación de contextos relacionales.
- El brote de COVID-19 y las medidas de aislamiento y distanciamiento social tienen efectos sobre el tamaño y estructura de las redes de apoyo, afectando su eficacia para vehicular diferentes tipos de recursos que aportan a la salud y bienestar material, físico o emocional de las personas. Esto obligó a reorientar el foco hacia las redes de apoyo de tipo informal y estrategias comunitarias que con frecuencia complementan e incluso sustituyen las redes de protección social y acceso a servicios universales de carácter formal (educación, salud y bienestar social) (Romero y Carbonell, 2020 citado en Morgante y Valero).
- Desde el inicio de la pandemia, los organismos públicos en Argentina formularon una serie de recomendaciones que fueron adquiriendo mayor focalización, no

obstante prevalece una visión homogénea de los conjuntos sociales a los que se dirige, desconociendo la interseccionalidad de variables a escala local. Esto puso en escena la relevancia de contar con políticas públicas sensibles a las demandas y necesidades específicas de los conjuntos vulnerables (personas con enfermedades previas, las personas mayores de 60 años, trabajadores esenciales, particularmente quienes se desempeñan en instituciones de salud, en la detección, atención y/o cuidado de personas con COVID-19 u otras con necesidades especiales).

- Las recomendaciones y políticas oficiales propuestas por los organismos públicos en el marco de la vida cotidiana de las Personas Mayores se elaboran desde el perfil que representa sólo a una parcialidad. No obstante, se ha identificado un alto porcentaje de hogares con conformación unipersonal o unigeneracional vinculado con Personas Mayores, asociado a marcadores como: la dependencia a la asistencia para resolver las necesidad básicas, presencia de situaciones de violencia, o con roles y responsabilidades de cuidadores de niños, y con dificultades en el acceso a la tecnología (Encuesta Nacional sobre Calidad de Vida de Adultos Mayores 2012, Morgante, 2020).
- En el ámbito de las instituciones de salud, la declaración de la emergencia sanitaria² implicó adecuar los servicios y prestaciones a las necesidades de esta nueva realidad, con el propósito de garantizar la cobertura y atención a la población,

² Establecida por el Decreto de Necesidad y Urgencia 260/20206, que se llamó de aislamiento estricto, extendiéndose inicialmente del 20 de marzo al 12 de abril, en ese marco se toman medidas sanitarias para prevenir el avance del virus, que luego se fueron actualizando hasta el presente.

focalizando en los grupos de riesgo. Este proceso puso de manifiesto diversos problemas preexistentes a la pandemia, a escala local, en cuanto a la organización y los recursos humanos y materiales del sector público.

- Las medidas sanitarias dieron lugar a recomendaciones y protocolos que se perciben como comunes y normativos de la actividad. No obstante, los trabajadores y tomadores de decisiones a nivel micro deben adaptar los mismos a sus contextos específicos, en función de recursos, saberes y valores locales, lo que permite anticipar acciones, barreras, facilitadores y resultados heterogéneos. La reorganización de espacios, tareas, roles y articulaciones entre trabajadores y servicios como parte de las estrategias de preparación y afrontamiento de la pandemia suponen una ruptura con respecto a rutinas de trabajo naturalizadas (Moglia et al, 2020; Sy et al, no publicado).
- Existen coincidencias y evidencias en los medios internacionales de lo que sucede a nivel global acerca de que la prestación de servicios y acciones de prevención, cuidado y atención de la salud ha generado una sobrecarga para el personal sanitario en diferentes niveles, incluyendo los psicosociales (San Juan et al, 2020; Vindrola et al, 2020).

En función de la necesidad de atender los aspectos mencionados de manera simultánea y complementaria, nos propusimos como **objetivo general** aportar a la revisión de conceptos y enfoques previos, que instruyan la obtención de datos

propios. Consecuentemente, la información resultante será utilizada para la construcción de modelos y bases de datos que instruyan y fundamenten el diseño de herramientas que sean aplicadas y validadas en situaciones que involucren a personas y grupos vulnerables desde el punto de vista de la salud, en el contexto sanitario del Covid-19.

Nuestro proyecto se basa en un **diseño teórico y metodológico de tipo mixto**, es decir que combina enfoques teórico-metodológicos y técnicas tales como las cualitativas clásicas de la etnografía, el análisis de redes sociales (ARS), el Paradigma Interdisciplinario del Curso de la Vida, la estadística, los sistemas de información geográfica (SIG) y los procedimientos de evaluación rápida (RAP).

Consideramos que las técnicas y métodos han sido eficaces en instancias de proyectos previos, pero que en este caso deben ser adaptados al problema y a los contextos actuales donde se aplicarán. Los instrumentos diseñados hasta el momento cuentan con la evaluación y supervisión del Comité de Ética de la UNLP que ha revisado los protocolos para el relevamiento de datos en pacientes y trabajadores de la salud.³

El planteo de nuestro proyecto parte de considerar la necesidad de aportar evidencia empírica sobre las dimensiones de los problemas mencionados anteriormente y en las características que adquieren en el ámbito local. En tanto no

³ Aval y firma en conformidad del Comité Central Único de Bioética de la Universidad Nacional de La Plata con fecha y firma del 28 de agosto de 2020.

existen estudios sistemáticos a nivel de la Provincia de Buenos Aires en general, y en particular de la Municipalidad de La Plata, que las aborden de manera integral, proponemos desarrollarlos a través de **cuatro módulos** interconectados, centrados en:

Módulo 1: Con el propósito de evaluar el alcance de las prácticas y los vínculos sociales incluidos en la categoría “circulación comunitaria” y/o la “transmisión por conglomerados”, se espera identificar circuitos informales de contacto y prácticas sociales que habilitan canales de contagio comunitario usualmente sub-registrados. Para esto se propone la aplicación de una herramienta innovadora para la descripción, visualización y modelización de la red de contactos personales en pacientes diagnosticados como Covid-19 positivos, basado en el enfoque de ARS (Teves, 2020), focalizando en grupos de riesgo y zonas de vulnerabilidad del Gran La Plata. Los datos se obtendrán del Sistema Nacional de Vigilancia de la Salud (SNVS) y otras fuentes secundarias. Asimismo, a través del diseño y aplicación de una encuesta autoadministrada dirigida a pacientes y contactos, se podrá relevar información que complementará las bases de datos de salud preexistentes.

Módulo 2- Las medidas sanitarias de ASPO y DISPO suponen la pérdida o el aumento de relaciones personales, por lo tanto, la descripción de continuidades y cambios en la red de vínculos de apoyo, a través de la limitación a los contactos

habituales, requiere de monitoreo y ajustes para evitar la pérdida de relaciones. En este sentido, los recursos materiales y humanos pueden ser evaluados ante los cambios y eventos críticos en la vida cotidiana. En base a este diagnóstico, se propone la construcción de herramientas para abordar estos problemas mediante la descripción y análisis cuali-cuantitativa de las redes de apoyo y sus contextos, en base a la identificación del tipo y promedio de vínculos interpersonales. Asimismo, se propone relevar información sobre aspectos de la autopercepción de los actores sobre el aumento y/o disminución de su capital social, de salud y económico, en términos personales y comunitarios, en situación de COVID-19. La transferencia de estos resultados focaliza sobre sectores y familias vulnerables del Gran La Plata, visibilizando alternativas para acceder a recursos materiales, asistencia y cuidados, ante los aislamientos domiciliarios por casos de COVID-19 positivos.

Módulo 3- Se propone la creación de una base de datos que reúna información cualitativa sobre las percepciones y experiencias de efectores de salud pública de diferentes niveles de atención, así como de investigadores de la red de laboratorios de la UNLP para la detección de casos como parte de la Red Nacional de Covid-19. La información sobre estos aspectos será relevada mediante un instrumento adaptado a las instituciones adoptantes. A ello se suma la creación de una base de datos con información acerca de instrumentos y normativas que orientan la toma de decisiones y/o la planificación de la atención durante la pandemia de COVID-19,

en base a información oficial disponible en Ministerios de Salud (nacionales y provinciales), organismos internacionales (OMS, OPS, otros) y de ciencia y tecnología. Se utilizarán estos datos para caracterizar micro contextos de trabajo y formas de organización, estructuras de colaboraciones o barreras entre los trabajadores de la salud para hacer frente a la pandemia, entre otros aspectos. A partir de ello se busca detectar el impacto en los procesos regulares de atención médica (incluida la atención para pacientes con COVID-19 y servicios que no atienden pacientes Covid-19), variaciones según servicio, efector y nivel de atención, variaciones de las políticas a lo largo del tiempo, implementación de políticas para abordar a largo plazo los efectos de Covid-19 en los servicios de salud.

Módulo 4- Partimos del supuesto de que las situaciones críticas, como en este caso la pandemia de COVID-19, pueden constituirse en oportunidades para la reformulación de representaciones sociales y sentidos que posibiliten reordenar la realidad cotidiana, provocando cambios en las concepciones previas y dando lugar a procesos de comunicación colectiva que colaboran en su tránsito. Para esto se propone realizar un trabajo colaborativo con las personas reconocidas como referentes territoriales, abordando de manera integral las problemáticas de Personas Mayores, y niños y niñas. Estas estrategias pueden resultar en la elaboración de diagnósticos participativos que sean tomados como insumos para identificar las variables que definen los problemas y contextos de vulnerabilidad

locales. En este sentido, focalizamos sobre la relevancia de los relatos en términos de la posibilidad de acceso a la salud, incidencia y atención a las recomendaciones sanitarias, atención a la presencia de nuevos vínculos y redefinición de anteriores, y a la dinámica de las relaciones intergeneracionales. Asimismo consideramos necesario transferir estos resultados por medio de una “traducción” de la información dirigida a la comunidad, a través de formas de comunicación significativa facilitada mediante dispositivos tecnológicos y multimediales.

El desarrollo de cada módulo según objetivos y actividades específicas generará un volumen de datos mixtos provenientes de instrumentos diversos, que deberán sistematizarse, almacenarse y disponerse de manera tal que puedan ser apropiados por diversos sectores. De este modo, la meta final de nuestro proyecto es el desarrollo de un producto (Observatorio COVID-19) que representa una novedad local en términos de su organización y tipo de datos. La generación de un Observatorio Covid-19 como el propuesto, requiere de la construcción y actualización permanente de datos cuali y cuantitativos, en formatos accesibles y flexibles que puedan ser utilizados por diferentes actores de la comunidad y organismos gubernamentales. Asimismo requiere del monitoreo permanente del manejo de la información asumiendo los recaudos legales y éticos de la protección de datos sensibles, tal como lo establece la normativa a nivel nacional e internacional.

La construcción de datos a partir de la información relevada en los diferentes módulos del proyecto, para ser incluida dentro del Observatorio, requiere del desarrollo de productos intermedios que consisten en instrumentos, protocolos, mapas y bases de datos cuali-cuantitativos, algunos de los cuales detallamos a continuación:

Producto 1: Herramienta para una recolección estandarizada de datos de actores y relaciones en el contexto de prácticas cotidianas: de los *casos positivos de COVID-19, y de *recursos esenciales para el sostén cotidiano o red de apoyo y capital social; y *grupos vulnerables.

Producto 2: Herramienta de relevamiento de datos sobre perspectivas y experiencias de los trabajadores de salud, investigadores y tomadores de decisiones.

Producto 3: Herramienta de relevamiento de datos sobre perspectivas y experiencias cotidianas de las Personas Mayores en primera persona; y de las representaciones de otros integrantes de las unidades domésticas, especialmente de niños y niñas.

Producto 4: Modelo de análisis reticular de COVID-19 basado en una selección de casos que incluya el cálculo del tamaño promedio de una red personal de los casos confirmados y de sus contactos estrechos, en muestras al azar. Así como la elaboración de materiales visuales gráficos que representen la dinámica de los contagios, en contexto.

Producto 5: Base de datos y elaboración de cartografía temática de casos COVID-19 positivos y sus vínculos de contactos directos, incluyendo ubicación georeferenciada.

Producto 6: Base de datos con información cuali-cuantitativa sobre políticas, guías e instrumentos de gestión local y de los otros países participantes. Análisis comparativo de políticas públicas.

Los productos obtenidos de esta propuesta podrán ser transferidos a profesionales de servicios e instituciones públicas, a gestores y tomadores de decisiones en políticas en salud, y a los referentes territoriales e institucionales en el AMBA. Consideramos que las innovaciones sociales que proponemos satisfacen simultáneamente las necesidades concretas de los grupos vulnerables, creando nuevas relaciones o colaboraciones sociales.

Financiamiento

El proyecto actualmente no dispone de recursos específicos para las próximas instancias de desarrollo. Estamos a la espera de adoptantes para su financiación y ampliación de otras instancias de transferencia.

Agradecimientos

Deseamos expresar nuestro agradecimiento al conjunto de personas e instituciones que promovieron y/o participan de este proyecto. A la Facultad de Ciencias

Naturales y Museo de la UNLP y a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, de las que depende el Laboratorio de Investigaciones de Etnografía Aplicada, al que pertenecemos las autoras. En particular, a todos los integrantes del equipo LINEA-UNLP-CIC que colaboraron para desarrollar la idea proyecto y trabajar intensamente en el relevamiento de datos y análisis, reconociendo el potencial de nuestro equipo para adaptarnos a las demandas de la situación. A las comunidades de los barrios El Retiro, Villa Argüello y Etcheverry, y de la localidad de Melchor Romero de La Plata, con quienes desarrollamos proyectos previos. Al Dr. Gonzalo Javier Márquez por las gestiones académico-científicas entre la UNLP y las instituciones de salud adoptantes del proyecto y por estimularnos a presentar la idea la Incubadora MINERVA-UNLP. A Minerva por avalar la "Idea Proyecto" destacando la importancia de las innovaciones sociales para abordar el estudio de la pandemia. Al Comité de Bioética de la UNLP por su evaluación del proyecto y recomendaciones. A los directivos y personal de las instituciones de salud y red de laboratorios de la UNLP por promover el proyecto, facilitar su ejecución, por disponer de su tiempo y compartir sus experiencias. Al Dr. Javier Díaz y su equipo del CESPI por el asesoramiento para sistematizar, organizar y visibilizar la información. A la Dra Cecilia Vindrola-Padros del RREAL (Rapid Reseach Evaluation and Appraisal Lab) de University College London (UCL) por invitarnos a formar parte del estudio "A rapid appraisal of healthcare workers' perceptions of care delivery in the context of the COVID-19 pandemic", por su asesoramiento y por

facilitarnos protocolos que utilizamos como base para los instrumentos diseñados adaptados al contexto local. Por último, a la Dra Elisa Bellotti Centro Mitchel, Univ. Manchester por mantener el compromiso de colaboración científico-académica con la UNLP.

Referencias bibliográficas

Bashir, M. F., Ma, B. J., Bilal, Komal, B., Bashir, M. A., Farooq, T. H., Iqbal, N., y Bashir, M. (2020). Correlation between environmental pollution indicators and COVID-19 pandemic: A brief study in Californian context. *Environmental research*, 187, 109652.

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109652>

Beebe J (1995). Basic concepts and techniques of rapid appraisal. *Human Organization* 54(1): 42-51.

Christakis, N. A., y Fowler, J. H. (2007). The spread of obesity in a large social network over 32 years. *The New England journal of medicine*, 357(4), 370-379.

<https://doi.org/10.1056/NEJMsa066082>

Ennis-McMillan, M. y Hedges, K. (2020). Pandemic Perspectives: Responding to COVID-19. *Open Anthropology*, 8 (1).

<https://www.americananthro.org/StayInformed/OAArticleDetail.aspx?ItemNumber=25631>

Gale, N. K., Heath, G., Cameron, E., Rashid, S., y Redwood, S. (2013). Using the framework method for the analysis of qualitative data in multi-disciplinary health

research. *BMC medical research methodology*, 13, 117. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-13-117>

Green, J. y Thorogood, N. (2013). *Qualitative methods for health research*. London: SAGE.

Harris, K.J., Jerome, N.W., Fawcett, S.B. (1997). Rapid assessment procedures: A review and critique. *Human Organization* 56(3): 375-378. <https://doi.org/10.17730/humo.56.3.w525025611458003>

Hernández-Ascanio, J., Tirado-Valencia, P., Ariza-Montes, A. (2016). El concepto de innovación social: ámbitos, definiciones y alcances teóricos. CIRIEC-España, *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 88, (diciembre, 2016), 164-199 Centre International de Recherches et d'Information sur l'Economie Publique, Sociale et Coopérative Valencia, España. <https://www.redalyc.org/pdf/174/17449696006.pdf>

Hewlett, B. S., Epelboin, A., Hewlett, B. L., Formenty, P. (2005). Medical anthropology and Ebola in Congo: Cultural models and humanistic care. *Bulletin de la Société de pathologie exotique*, 98(3), 230–236.

Imai, H., Matsuishi, K., Ito, A., Mouri, K., Kitamura, N., Akimoto, K., Mino, K., Kawazoe, A., Isobe, M., Takamiya, S., y Mita, T. (2010). Factors associated with motivation and hesitation to work among health professionals during a public crisis: a cross sectional study of hospital workers in Japan during the pandemic (H1N1) 2009. *BMC public health*, 10, 672. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-10-672>

Irons R. (2020). Pandemic ... or *syndemic*? Re-framing COVID-19 disease burden and 'underlying health conditions'. *Social anthropology : the journal of the European Association of Social Anthropologists*, 10.1111/1469-8676.12886.

<https://doi.org/10.1111/1469-8676.12886>

Ives, J., Greenfield, S., Parry, J. M., Draper, H., Gratus, C., Petts, J. I., Sorell, T., y Wilson, S. (2009). Healthcare workers' attitudes to working during pandemic influenza: a qualitative study. *BMC public health*, 9, 56. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-9-56>

Jaeger-Erben M., Offenberger, U. (2014). A Practice Theory Approach to Sustainable Consumption. *GAIA Ecological Perspectives on Science and Society* 23(3):166-174.

<https://doi.org/10.14512/gaia.23.S1.4>

Koh, Y., Hegney, D. G., y Drury, V. (2011). Comprehensive systematic review of healthcare workers' perceptions of risk and use of coping strategies towards emerging respiratory infectious diseases. *International journal of evidence-based healthcare*, 9(4), 403-419. <https://doi.org/10.1111/j.1744-1609.2011.00242.x>

Lalivé D'epinay, C. (2008) La vida cotidiana: Construcción de un concepto sociológico y antropológico. *Sociedad Hoy*, 14, 9-31.

<https://www.redalyc.org/pdf/902/90215158002.pdf>

Latour, B. (1983) Dadme un laboratorio y levantaré el Mundo. Publicación original: "Give Me a Laboratory and I will Raise the World", en: K. Knorr-Cetina y M. Mulkey (eds.), *Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science*, Londres: Sage, 1983, pp. 141-170.

Linstrom, M. y Marais, W. (2012). Qualitative news frame analysis: A methodology.

Communitas 17: 21-38. <https://journals.ufs.ac.za/index.php/com/article/view/991>

Maunder, R. G., Lancee, W. J., Mae, R., Vincent, L., Peladeau, N., Beduz, M. A., Hunter,

J. J., y Leszcz, M. (2010). Computer-assisted resilience training to prepare healthcare

workers for pandemic influenza: a randomized trial of the optimal dose of

training. *BMC health services research*, 10, 72. [https://doi.org/10.1186/1472-6963-10-](https://doi.org/10.1186/1472-6963-10-72)

[72](https://doi.org/10.1186/1472-6963-10-72)

McNeal, W.H. (2003). *Plagues and Peoples*. Siglo XXI.

Michie, S. (2020). Behavioural science must be at the heart of the public health

response to covid-19, [https://blogs.bmj.com/bmj/2020/02/28/behavioural-science-](https://blogs.bmj.com/bmj/2020/02/28/behavioural-science-must-be-at-the-heart-of-the-public-health-response-to-covid-19/)

[must-be-at-the-heart-of-the-public-health-response-to-covid-19/](https://blogs.bmj.com/bmj/2020/02/28/behavioural-science-must-be-at-the-heart-of-the-public-health-response-to-covid-19/)

Moglia, B., Derossi, P.D., Aragunde, G.E., Sy, A. (2020). Transformaciones en los

espacios de atención a la salud durante la emergencia sanitaria. Un análisis

exploratorio de las narrativas de los trabajadores. XIV Jornadas Nacionales de

Debate Interdisciplinario de Salud y Población "Salud, derechos y desigualdades:

desafíos urgentes". 2, 3 y 4 sept. Buenos Aires: Argentina

Mora, J. (2020). Los discursos de la pandemia paralela. Semanario Universidad,

México. [https://semanariouniversidad.com/cultura/los-discursos-de-la-pandemia-](https://semanariouniversidad.com/cultura/los-discursos-de-la-pandemia-paralela/)

[paralela/](https://semanariouniversidad.com/cultura/los-discursos-de-la-pandemia-paralela/)

Morgante, M.G. y Valero, A. (2020) Coronavirus y vejez en Argentina. *Geronte. Revista de Estudios sobre Procesos de la Vejez*; 7.
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/96879>

Morgante, M.G. (2020). Etnografía aplicada a las vejez en el contexto de la pandemia (Argentina 2020). En: *Aportes de la Mesa de Trabajo de Personas Mayores de la Universidad Nacional de La Plata en el contexto de la pandemia de COVID-19*.
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/96568>

Morgante, M.G.; Remorini, C.; Teves, L. 2018. Prácticas de investigación y extensión en el Departamento de Molinos (Salta, Argentina): Reflexiones en torno al trabajo sostenido en territorio. Conclusiones de las VI Jornadas de Extensión de MERCOSUR. I Coloquio Regional de la Reforma Universitaria: 2018 / Daniel Eduardo Herrero. 1a ed. Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, 2018.
http://extension.unicen.edu.ar/jem/subir/uploads/2018_548.docx

Moulaert, F., MacCallum, D. y Hillier, J (2013). Social innovation: Intuition, precept, concept, theory and practice. En: Moulaert, F., MacCallum, D., Mehmood, A., y Hamdouch, A. (Eds.). *The International Handbook on Social Innovation Collective Action, Social Learning and Transdisciplinary Research*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781849809993.00011>

OCDE (2015)- Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific,

Technological and Innovation Activities. Publicado por acuerdo con la OCDE, París (Francia). <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239012-en>

Raven, J., Wurie, H. y Witter, S. (2018). Health workers' experiences of coping with the Ebola epidemic in Sierra Leone's health system: a qualitative study. *BMC Health Serv Res* 18, 251. <https://doi.org/10.1186/s12913-018-3072-3>

Reguillo, R. (2005). La construcción simbólica de la ciudad: sociedad, desastre y comunicación. México: Ed. Iteso.

Remorini, C., Teves, L.; Pasarin, L. y Palermo, M.L. (2020). Etnografía y salud rural: trayectorias de investigación en los Valles Calchaquíes, Argentina. *Anthropologica*. Dossier "Antropología Médica y de la Salud: aportes desde el Sur Global". <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/anthropologica>

Rugani, B. y Caro, D. (2020). Impact of COVID-19 outbreak measures of lockdown on the Italian Carbon footprint, *Science of The Total Environment*, 737, 139806 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139806>

Sams, K., Desclaux, A., Anoko, J., Akindès, F., Egrot, M., Sow, K., Taverne, B., Bila, B., Cros, M., Keïta-Diop, M., Fribault, M., y Wilkinson, A. (2017). From Ebola to Plague and Beyond: How Can Anthropologists Best Engage Past Experience to Prepare for New Epidemics? *Society of Cultural Anthropology Member Voices*, Fieldsights, December 7. <https://culanth.org/fieldsights/from-ebola-to-plague-and-beyond-how-can-anthropologists-best-engage-past-experience-to-prepare-for-new-epidemics>

San Juan, V., Aceituno, D., Djellouli, N., Sumray, K., Regenold, N., Syversen, A., Symmons, S., Dowrick, A., Mitchinson, L., Singleton, G. y Vindrola-Padros, C. (2020).

Healthcare Workers' Mental Health and Wellbeing During the COVID-19 Pandemic in the UK: Contrasting Guidelines with Experiences in Practice.

medRxiv 2020.07.21.20156711. <https://doi.org/10.1101/2020.07.21.20156711>

Smith, J., y Firth, J. (2011). Qualitative data analysis: the framework approach. *Nurse researcher*, 18(2), 52–62. <https://doi.org/10.7748/nr2011.01.18.2.52.c8284>

Singer, M., y Clair, S. (2003). Syndemics and public health: reconceptualizing disease in bio-social context. *Medical anthropology quarterly*, 17(4), 423–441.

<https://doi.org/10.1525/maq.2003.17.4.423>

Singer, M., Bulled, N., Ostrach, B., y Mendenhall, E. (2017). Syndemics and the biosocial conception of health. *Lancet (London, England)*, 389(10072), 941–950.

[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30003-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30003-X)

Sy, A.; Moglia, B. y Derrosi, P. (no publicado). Todo se transformó completamente" atención a la pandemia de COVID-19 desde la perspectiva de los trabajadores de la salud.

Teves, L.; Paserin L.; Cueto J.J; D'Abramo, S.; Castro, F. (2018). Mapeo de redes sociales en contextos de vulnerabilidad y riesgo ambiental en el Área Gran La Plata.

Observatorio Medioambiental La Plata. Informe final. Observatorio medioambiental La Plata UNLP. [http://omlp.sedici.unlp.edu.ar/dataset/subproyecto-a-ii-mapeo-de-](http://omlp.sedici.unlp.edu.ar/dataset/subproyecto-a-ii-mapeo-de-redes-sociales-en-contextos-de-vulnerabilidad-y-riesgo-ambiental)

[redes-sociales-en-contextos-de-vulnerabilidad-y-riesgo-ambiental](http://omlp.sedici.unlp.edu.ar/dataset/subproyecto-a-ii-mapeo-de-redes-sociales-en-contextos-de-vulnerabilidad-y-riesgo-ambiental)

Valero, A. y Morgante, M.G. (2020). Reformulando estrategias de intervención universitaria con Personas Mayores: Proyectos de vida y pandemia. *Geronte. Revista de estudios sobre procesos de la vejez*, 10.

Vanderslott, S. (2020). Neglected Tropical Diseases. *Nature and Culture*, 15 (1): 78-110. <https://doi.org/10.3167/nc.2020.150105>

Vanderslott S. y Marks T. (2020). Health diplomacy across borders: The case of yellow fever and COVID-19. *Journal of Travel Medicine*, 27 (5), taaa112. <https://doi.org/10.1093/jtm/taaa112>

Vanderslott, S. y Marks, T. (2020) Travel restrictions as a disease control measure: Lessons from yellow fever. *Global Public Health*. <https://doi.org/10.1080/17441692.2020.1805786>

Vindrola-Padros, C., Chisnall, G., Cooper, S., Dowrick, A., Djellouli, N., Symmons, S. M., Martin, S., Singleton, G., Vanderslott, S., Vera, N., y Johnson, G. A. (2020). Carrying Out Rapid Qualitative Research During a Pandemic: Emerging Lessons From COVID-19. *Qualitative health research*, 30(14), 2192-2204. <https://doi.org/10.1177/1049732320951526>

Publicado en La Plata, 11 de diciembre de 2020

Innovación y Desarrollo Tecnológico y Social (IDTS)

<https://revistas.unlp.edu.ar/IDTS>

e-ISSN: 2683-8559 | Publicación continua

Universidad Nacional de La Plata

Calle 7 n° 776 | La Plata (1900) | Buenos Aires | Argentina

Licencia Creative Commons 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>

