

Desarrollo del clúster de biotecnología médica en Uruguay tras la pandemia generada por la COVID-19

Informe final de consultoría

Fecha: 30 de junio 2020

Actualizado: 8 de agosto 2020

Atilio Deana y Lucía Pittaluga



Este documento fue preparado por Atilio Deana y Lucía Pittaluga consultores de la Unidad de Desarrollo Agrícola y Biodiversidad, División de Recursos Naturales de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el marco de las actividades del proyecto CEPAL/Cooperación Alemana: Sendas de desarrollo sostenible para países de ingresos medios en el marco de la Agenda 2030 sobre el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe – M1-32-BTS-000128”.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.

Si bien a lo largo de este documento se utiliza el género masculino, esto no implica una intención de no reconocimiento o invisibilización de otros géneros o identidades, sino que constituye una decisión exclusivamente orientada a simplificar la lectura.

Los temas abordados en esta consultoría deben ser considerados como una primera aproximación a la temática. Esto debido a que, por un lado, el tiempo que se dispuso para relevar y analizar la información fue apenas de dos meses y, por otro, que al cierre de este trabajo la pandemia está lejos de haber finalizado por lo que seguramente muchos de los fenómenos analizados aquí evolucionarán.

Índice

Resumen.....	5
Introducción.....	7
I. El marco de políticas para la bioeconomía y la biotecnología.....	9
II. Condiciones de partida habilitantes para el desarrollo de un clúster de biotecnología médica.....	11
A. Situación económica y social.....	11
B. Situación del sistema sanitario.....	13
C. Situación del Sistema Nacional de Innovación.....	16
III. Identificación de capacidades técnicas.....	18
A. Métodos de diagnóstico.....	20
1. La base existente antes de la COVID-19.....	20
2. Los desarrollos a partir del surgimiento de la pandemia.....	22
a) Desarrollo de diagnósticos moleculares de COVID-19.....	22
i) Cooperación público-privado.....	23
ii) Cooperación público-público.....	25
b) Desarrollo de un Kit de diagnóstico serológico.....	29
c) Insumos para diagnósticos.....	31
i) Hisopos para muestreo de SARS-CoV-2.....	31
ii) Formas eficientes de desinfección.....	33
iii) Modelización de la pandemia y vuelta a la normalidad.....	33
B. Tratamientos farmacológicos.....	34
1. La base existente antes del COVID-19.....	34
2. Los desarrollos a partir del surgimiento de la pandemia.....	36
C. Desarrollo de vacunas.....	37
D. Genómica.....	40
E. Equipamiento hospitalario específico.....	41
1. Camas CTI.....	41
2. Cápsulas de aislamiento.....	42
3. Cámaras de esterilización.....	42
4. Respiradores.....	43
5. Equipos de protección médica.....	45
a) Mascarillas quirúrgicas.....	45
b) Indumentaria médica.....	45
IV. Identificación de principales barreras limitantes.....	46
A. Barreras técnicas y de acceso.....	47

B. Barreras burocráticas	48
C. Barreras culturales.....	49
V. Fuentes de financiamiento creadas tras la pandemia	50
VI. Formación universitaria especializada	51
A. Estado de la situación actual	51
B. Formación de Tecnólogos	53
C. Formación de grado y posgrado	53
D. Programas de Posgrado en Biotecnología médica	56
VII. Ecosistema emprendedor biotecnológico existente	57
VIII. Políticas de atracción de inversión extranjera directa	58
IX. Identificación de opciones de cooperación entre Colombia, Costa Rica y Uruguay	60
X. Reflexiones finales: ¿Sobernía tecnológica o solución pasajera a la emergencia sanitaria?	61
Bibliografía.....	70

Resumen

La pandemia de la COVID-19 generó situaciones tanto en lo científico-tecnológico, como en lo sanitario, social y lo económico y comercial con una amplitud y alcance global sin precedentes recientes. Si bien en Uruguay se logró mitigar relativamente bien el efecto de la pandemia, esto fue debido a un conjunto de medidas del gobierno y acciones de la propia sociedad, correctamente ubicadas en el tiempo, junto a innovaciones que se generaron desde la academia y desde pequeñas empresas tecnológicas. Tanto la estrategia inicial de combatir la pandemia como la de la vuelta a la normalidad han sido diseñadas y evaluadas con evidencias científicas fuertes de su posible impacto, lo mismo que medidas correctivas que se han debido tomar. Allí se puso de manifiesto la importancia de que la toma de decisiones a nivel del gobierno haya sido basada en evidencia y estudio científico.

El distanciamiento social fue acatado mayoritariamente por la población, generando muchas veces comportamientos sociales que se adelantaron a las definiciones del gobierno. De esta forma y a sabiendas del impacto económico negativo de un cierre total de actividades el gobierno no decretó la cuarentena obligatoria. El punto de partida sanitario, social y económico de Uruguay ayudó a que muchas de estas medidas e innovaciones se pudieran tomar y adoptar, y así poder tener una respuesta rápida y eficiente. Hay sin embargo un costo social aún no evaluado, pero que sin duda se refleja en un aumento de los niveles de desempleo y de pobreza del país. Debido al bajo impacto de la pandemia, el sistema de salud ha podido controlar brotes puntuales en la frontera porosa con Brasil. En estas situaciones se ha podido controlar la expansión a otras regiones y mantener a raya la dispersión del virus SARS-CoV-2. Las estrategias de muestreo apoyadas por científicos epidemiólogos y estadísticos han permitido controlar estos brotes. El nivel de atención primaria (visitas a domicilio, y policlínicas barriales y rurales) ha sido determinante para evitar el contagio en centros de salud del segundo y tercer nivel.

Uruguay ha producido en tiempos récord, kits de diagnóstico molecular y serológico, equipamiento médico como son los respiradores y el material de protección médico, disminuyendo las barreras de acceso a dichos insumos y aportando a la soberanía tecnológica. Así mismo, se ha desarrollado genómica específica para conocer cuáles mutaciones del SARS-CoV-2 hay en Uruguay, se interviene en

investigaciones académicas a nivel mundial, tanto para el desarrollo de fármacos para curar la COVID-19 como de vacunas para prevenirla.

Pese a todo lo logrado en estos tres últimos meses y medio, hay en Uruguay barreras técnicas, burocráticas y culturales que limitan el desarrollo de la biotecnología médica. Hay también problemas de financiamiento y de formación específica de recursos humanos.

Los aportes a la soberanía tecnológica que mostraron los fenómenos generados tras la pandemia pueden ser pasajeros sino se hacen políticas para transformarlos en permanentes. Algunas recomendaciones en este sentido surgen de esta consultoría.

Introducción

El día 13 de marzo, se realizó la primera confirmación de los 4 primeros casos de COVID-19 en Uruguay. Desde la fecha, el Ministerio de Salud Pública (MSP) recepcionó 15.028 notificaciones y confirmó por laboratorio 847 casos, lo que arroja una incidencia acumulada de 23,99 casos por 100.000 habitantes. (MSP, 10 junio 2020)

La curva epidémica COVID-19 uruguaya se ha mantenido relativamente estable dado que se observa inicialmente un brote vinculado a un evento social el 10 de marzo, luego un aumento con fecha 8 de abril que corresponde a un brote ocurrido en un Hospital público psiquiátrico, el 23 de abril surge otro brote en un establecimiento de larga estadía para personas mayores (ELEPEM) y el 24 de mayo ocurre un tercer brote en la ciudad de Rivera, frontera con Brasil. Dada esta evolución, puede afirmarse que desde el 26 de marzo se observa un comportamiento estable en el número de casos nuevos identificados por día (menos de 14 casos) con aumentos puntuales cuando se identifican brotes. (MSP, 10 junio 2020)¹.

Como en el resto de los países, Uruguay aplicó diversas medidas y acciones para luchar contra la pandemia generada por la COVID-19 a nivel global. A esta altura de la evolución de la pandemia, Uruguay es considerado uno de los países de América Latina y el Caribe (ALC) con más éxito en lograr reducir el impacto sanitario de la epidemia (aún no se puede saber claramente cuáles serán los impactos económicos y sociales de las medidas adoptadas). Las acciones del gobierno fueron rápidas, eficientes y con medidas aparentemente acertadas de confinamiento (dado que la pandemia no culminó aún todavía no se puede asegurar su real eficacia). Hubo consenso de todos los partidos políticos sobre las medidas tomadas por el gobierno y aprobación de la población en general. Y, hubo también colaboración de los científicos con el gobierno.

Esto último significó que tanto la estrategia inicial de combatir la pandemia como la de la vuelta a la normalidad ha sido diseñada y evaluada con evidencias científicas fuertes de su posible impacto, lo

¹ Los últimos brotes de fines de junio (no incluidos en el informe del MSP al que accedió esta consultoría) ocurridos en otros dos departamentos fronterizos a Brasil parecen seguir el mismo patrón que los anteriores.

mismo que las medidas correctivas que se han debido tomar. Allí se puso de manifiesto la importancia de que la toma de decisiones a nivel del gobierno haya sido basada en evidencia y estudio científico. Durante el mes de marzo el gobierno creó este ámbito de asesoramiento científico con expertos de renombre. El Grupo Asesor Científico Honorario (GACH) está presidido por el Dr. Rafael Radi (Presidente de la Academia Nacional de Ciencias y profesor titular de la Universidad de la República), y codirigido por el Dr. Fernando Paganini (profesor titular de la Universidad ORT) y el Dr. Henry Cohen (Presidente de la Academia Nacional de Medicina y profesor titular de la Universidad de la República). Colaboran con el GACH una serie de instituciones académicas y del gobierno para asegurar la fidelidad de los datos suministrados. El GACH se vincula con organismos del Estado como ser el MSP, el Ministerio de Educación y Cultura (MEC), la Agencia de Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información y del Conocimiento (AGESIC), el Instituto Nacional de Estadística (INE), la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP), la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT), y la Intendencia Departamental de Montevideo. Cuenta con un equipo de 55 expertos de las Academias Nacionales de Ciencia y Medicina, de la Universidad de la República (Udelar), la Universidad ORT, del Institut Pasteur de Montevideo (IPM) y del Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE). Ha generado informes y recomendaciones al gobierno con frecuencia semanal.²

La presente consultoría tiene por objeto identificar oportunidades y proponer recomendaciones para potenciar el desarrollo del cluster de biotecnología médica en Uruguay, en el marco de la Estrategia Nacional de Bioeconomía y teniendo como contexto inmediato la atención de la pandemia de la COVID-19.³

Uruguay es uno de los países de la región que está trabajando sobre su Estrategia Nacional de Bioeconomía. Ésta (en estado de borrador aún) contiene cuatro ejes estratégicos, uno de los cuales trata sobre la ciencia, tecnología e innovación (CTI) orientada a la bioeconomía. El desarrollo del clúster de biotecnología médica se inserta en este eje estratégico.

El presente documento se organiza en diez capítulos. El primer capítulo plantea el marco de políticas de la bioeconomía y biotecnología en Uruguay; el segundo (capítulo II) establece las condiciones de partida habilitantes para el desarrollo de un clúster de biotecnología médica, teniendo como contexto inmediato la atención de la pandemia de la COVID-19; luego (capítulo III) se identifican las capacidades técnicas en biotecnología médica y ámbitos relacionados que se dispone en Uruguay, los que se vieron potenciados a través de su respuesta a la pandemia; en el cuarto capítulo (capítulo IV) se identifican las principales barreras que limitan el desarrollo de la biotecnología médica; en el quinto capítulo se identifican las fuentes de financiamiento que se crearon y en el sexto se explicita la formación de recursos humanos especializada existente; en el capítulo séptimo se detectan las oportunidades e iniciativas en curso en biotecnología médica con potencial para su desarrollo en el corto plazo para enfrentar la COVID-19, luego expone la estrategia de atracción de Inversión Extranjera Directa en los sectores relevantes para el desarrollo de la biotecnología médica (capítulo VIII); y, se plantean opciones de cooperación bi o trilaterales entre los tres países en el estudio (Colombia, Costa Rica y Uruguay) en ámbitos relevantes, o entre éstos y otros países, dentro o fuera de la región (capítulo IX). Y, finalmente se hacen algunas reflexiones finales (capítulo X).

² La integración del GACH y los informes semanales pueden verse en el [sitio web de la SNCyT](#).

³ Contenido de los términos de referencia de la consultoría.

I. El marco de políticas para la bioeconomía y la biotecnología

En Uruguay, desde 2015 la bioeconomía fue incorporada por la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP) a los estudios prospectivos para la elaboración de la Estrategia de Desarrollo Uruguay 2050 al considerarla, junto con la economía digital, uno de los dos ejes dinamizadores de la transformación productiva. En ese marco, y conforme a sus lineamientos estratégicos, el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) a principios de 2018 recibió apoyo de FAO, del Grupo de Trabajo Internacional para una Bioeconomía Sostenible (ISBWG, por sus siglas en inglés), de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y de la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ por sus siglas en alemán) para desarrollar las bases de la Estrategia de Bioeconomía Sostenible (EBS).

Dada la naturaleza transversal y sistémica de la bioeconomía, se conformó un grupo de trabajo, llamado Grupo de Coordinación, integrado por diferentes instituciones del Estado y otras organizaciones para elaborar y lanzar la EBS. El proceso de construcción de la EBS comenzó en octubre de 2018, fecha en la que se llevó a cabo un primer taller participativo con actores públicos y privados; el segundo taller tuvo lugar en abril de 2019 y el último taller en noviembre 2019. En total se involucraron 90 participantes representando 33 instituciones del sector público y privado, la academia, institutos público-privados y la sociedad civil.⁴

El marco de referencia y objetivos estratégicos que orienta el borrador elaborado de la EBS son de nivel internacional, regional y nacional. Dentro del primer nivel global, se encuentran los principios y criterios rectores de la bioeconomía sostenible acordado por el ISBWG; a nivel de la región se transcribe un marco de referencia que comparten los países de América Latina y el Caribe propuesto por CEPAL; y, dentro del marco nacional de planificación estratégica hay a su vez tres niveles de objetivos

⁴ Los resultados de dicho proceso se encuentran sistematizados en Pittaluga (2020¹ y 2020²).

estratégicos establecidos: el compromiso de Uruguay con la Agenda 2030 de los ODS, la Estrategia de Desarrollo Uruguay 2050 y el primer Eje Estratégico de Transformación Productiva Sostenible de la Estrategia de Desarrollo.

La propuesta de EBS (la estrategia está en estado de borrador aún dado que un nuevo gobierno asumió el 1ero de marzo 2020) se compone de cuatro ejes estratégicos y de seis líneas de acción transversales. Dentro de los ejes estratégicos, el primero aborda el desarrollo territorial inclusivo; el segundo eje trata sobre la sostenibilidad del consumo y la producción; el eje estratégico tres propone una inserción internacional sostenible; y, el cuarto eje trata sobre la ciencia, tecnología e innovación orientada a la bioeconomía. El desarrollo del clúster de biotecnología médica se inserta en este cuarto eje estratégico.

Uruguay ya lleva adelante desde hace años políticas de desarrollo productivo de fomento a la biotecnología, lo que la implementación de la EBS potenciará. Estas políticas son a grandes rasgos cuatro: el Consejo Sectorial de Biotecnología liderado por el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) en el que participan sector público y privado; el régimen fiscal especial de apoyo a la biotecnología dentro del régimen general de promoción de inversiones; el apoyo a la creación de centros tecnológicos e incubadoras de empresas biotecnológicas de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII); y, los instrumentos liderados por el Sistema de Competitividad y Transformación Productiva en articulación con otras instituciones, como el Centro Internacional de Biotecnología para Agro-Alimentos o el Fondo de Estímulo a la Biotecnología.

El cuarto eje de la EBS se propone potenciar lo que ya existe en materia de política biotecnológica. Las líneas de acción son las siguientes: Apoyo a la generación de una masa crítica de Ciencia, Tecnología e Innovación en bioeconomía; Articular y fortalecer alianzas público – privado para el desarrollo de la bioeconomía; fomentar la cooperación internacional y participar en redes y ámbitos regionales e internacionales de intercambio sobre la bioeconomía; fortalecer vínculos de I+D con privados/ sector productivo; derechos de propiedad Intelectual y acceso a los recursos genéticos para investigación; Implementar compras públicas bioeconómicas.

II. Condiciones de partida habilitantes para el desarrollo de un clúster de biotecnología médica

Si bien las medidas inmediatas implementadas en Uruguay para luchar contra la pandemia global fueron efectivas hasta la fecha, como se afirmó en la introducción, éstas se apoyaron en tres pilares de la economía y la sociedad uruguayas, construidos tras años de implementación de políticas públicas. Estos tres pilares son la situación económica y social con una red de protección social muy desarrollada en comparación con otros países de ALC, el sistema de salud universal y el Sistema Nacional de Innovación.

Éstos pilares de la lucha contra la pandemia son los habilitantes para el desarrollo de un clúster de biotecnología médica potenciado por el avance de la COVID-19. En las próximas secciones se exponen las principales características de los tres pilares mencionados.

A. Situación económica y social

En PNUD (2020) se describe el punto de partida de la situación de la economía uruguaya antes de la COVID-19. Luego de superada la crisis del año 2002, Uruguay experimentó el ciclo de crecimiento más importante de su historia. En 2019, el país acumulaba dieciséis años de crecimiento ininterrumpido, con tasas de expansión que alcanzaron importantes registros a la luz de los antecedentes históricos. Sin embargo, dentro de ese período existen dos etapas bien diferenciadas.

Entre 2004 y 2014, Uruguay creció sostenidamente y lo hizo a tasas excepcionalmente altas (en promedio, la tasa de expansión anual del PIB ascendió a 5,4 %⁵). Durante estos años, el crecimiento económico fue generalizado en los sectores de actividad y estuvo asentado en todos los componentes de la demanda agregada. Sin embargo, a mediados de 2014 el contexto externo cambió y Uruguay comenzó a transitar por la fase baja del ciclo económico. Concretamente, el dinamismo se vio afectado por la caída en el precio de las materias primas, un escenario financiero internacional menos benevolente, y problemas macroeconómicos en Argentina y Brasil. El ritmo de crecimiento se moderó de forma pronunciada y pasó a ser asimétrico dentro de los sectores de actividad.⁶

Con datos cerrados a 2019, la economía uruguaya se encuentra actualmente estancada y da cuenta de un deterioro bastante generalizado entre sectores de actividad. Concretamente, en 2019 el PIB creció 0,2 % con relación al año anterior. Antes de la irrupción del COVID-19, la economía uruguaya ya se encontraba estancada, la mayoría de los sectores exhibían dificultades y los motores de demanda ya no estaban funcionando.⁷

Desde 2004, el país logró importantes avances en el frente de la equidad y la vulnerabilidad social. En relación con lo primero, la caída del índice de Gini entre el año 2007 y el 2013⁸ fue significativa, en perspectiva comparada. En relación con la vulnerabilidad social, tanto la pobreza como la indigencia registraron importantes caídas durante este período, llegando a ubicarse en torno a 7,9 % y 0,1 % respectivamente. Paralelamente, y dado su carácter contracíclico, se constató un descenso importante

5 Para dimensionar esta tasa de crecimiento cabe precisar que la tasa promedio durante la segunda mitad del siglo pasado no superó el 2 %.

6 PNUD, 2020

7 Ídem.

8 Luego, hasta la actualidad la evolución se mantiene estable

de las tasas de informalidad de la economía. Sin embargo, la informalidad continúa siendo alta y alcanzó a uno de cada cuatro uruguayos en el año 2019.⁹

Si bien Uruguay presenta una cobertura del sistema de protección social comparativamente alta en América Latina, la llegada de la COVID-19 y la necesidad de adoptar medidas de distanciamiento social han mostrado que existen grupos relevantes de personas que se encuentran vulnerables ante el avance de la pandemia. En CINVE (2020) se detectaron tres grupos de personas en esta situación. El primer grupo identificado son los trabajadores informales en tanto no contribuyen a la seguridad social, por lo que no son beneficiarios del seguro de desempleo. Este grupo es particularmente vulnerable puesto que los trabajadores informales se desempeñan, en promedio, en ocupaciones con mayores limitaciones para mantener su nivel de actividad a distancia. Un segundo grupo de trabajadores vulnerables son los trabajadores independientes formales. Estos trabajadores, si bien son formales y aportan a la seguridad social, no gozan del beneficio de seguro de desempleo por su condición de no dependientes. Aunque estos trabajadores presentan, en promedio, mayor capacidad para realizar su trabajo a distancia. Por último, el tercer grupo vulnerable es el de los asalariados formales que, si bien son alcanzados por el seguro de desempleo, en la medida en que sus ingresos laborales son bajos, el ingreso asociado al seguro presentaría un significativo problema de suficiencia, pudiendo determinar situaciones de privación de consumo.

Según un trabajo del Instituto de Economía de la Universidad de la República (IECON, 2020¹), "...en períodos recesivos anteriores, como el que tuvo su pico en la crisis de 2002, Uruguay tuvo poca iniciativa para implementar respuestas enérgicas de contención a la rápida caída de ingresos y el aumento del desempleo. A diferencia de Argentina, que, aunque acotados, implementó esquemas de empleo protegido, en Uruguay no se desplegaron nuevos programas de protección social orientados a hogares con adultos con empleos informales o desempleados y, de esa forma, entre 1999 y 2003 la incidencia de la pobreza se duplicó y la desigualdad se exacerbó, con consecuencias que duran hasta el presente. En esa oportunidad, algunas políticas sociales consideradas prioritarias por el gobierno (por ejemplo, los programas alimentarios) no se vieron afectadas por recortes fiscales. Sin embargo, no se desarrollaron iniciativas a mayor escala".

"Como han demostrado varios estudios sobre crisis económicas en distintos lugares del mundo y América Latina en particular, la pobreza y la desigualdad pueden aumentar muy rápidamente en esas situaciones, en tanto su reducción requiere de una fuerte inversión de recursos y esfuerzos sostenidos durante largos períodos de tiempo prosiguen los investigadores. Debe tenerse presente, además, que algunos efectos de las crisis económicas son irreversibles. Por ejemplo, los efectos crónicos en la salud de los niños expuestos a períodos prolongados de mala alimentación"¹⁰... "Los argumentos anteriores ponen de relieve la urgencia de activar todas las capacidades nacionales para neutralizar los efectos económicos y sociales que profundicen las desigualdades preexistentes en la sociedad uruguaya. Es necesario evitar que la carga de la crisis sea soportada por los sectores más vulnerables, tal como sucedió en 2002."¹¹

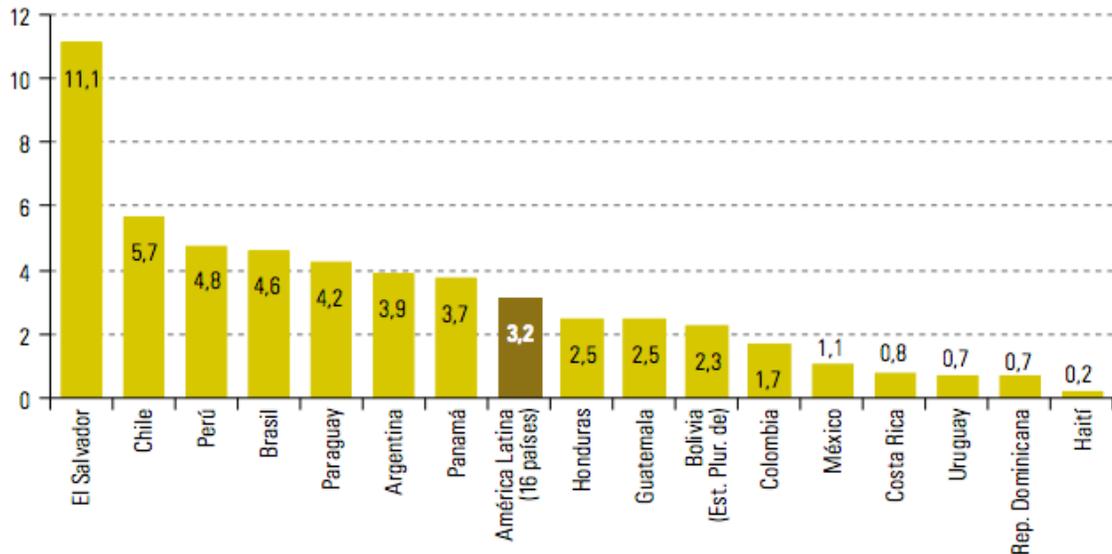
Sin embargo, en esta pandemia Uruguay ha destinado hasta la fecha sólo 0,7% del PIB (CEPAL, 2020) para enfrentar las situaciones de vulnerabilidad mencionadas arriba. Éste es la proporción del PIB más baja la región como puede observarse en el gráfico 1 siguiente.

9 Ídem.

10 IECON, 2020¹.

11 Ídem.

Gráfico 1. América Latina (16 países): esfuerzos fiscales de las medidas anunciadas para enfrentar la pandemia de la enfermedad por coronavirus (COVID-19)^a (En porcentajes del PIB)



Fuente: CEPAL 2020

a- Este esfuerzo resulta de las medidas de gasto —reasignaciones y gastos extraordinarios—, de desgravación fiscal y de liquidez (exceptuando las garantías estatales). Las cifras corresponden a medidas anunciadas que se han aprobado o están en proceso de ser aprobadas, por lo que podrían surgir discrepancias con respecto a su ejecución presupuestaria final.

Es cierto que Uruguay no cuenta con el espacio fiscal que tienen otros países de la región (especialmente Perú) para desplegar una agresiva respuesta de política económica. Sin embargo, su situación socioeconómica e institucional operan como una barrera de contención para evitar una reacción similar a las registradas en otros países. Además, su fortaleza financiera le permite contar con margen para introducir medidas más profundas de sostén y apoyo a los segmentos más afectados de su población. (PNUD, 2020)

La solidez financiera y patrimonial del país, reconocida por las calificadoras de deuda y organismos financieros internacionales como el FMI, juega a favor de aumentar el gasto para evitar caer en lo que pasó en la crisis de 2002 se concluye en otro trabajo del Instituto de Economía (IECON, 2020²). “La solidez financiera y patrimonial actual representa uno de los rasgos diferenciales respecto a la situación que ostentaba Uruguay en ocasión de la anterior gran crisis de 2002. Y si bien el paquete de medidas conlleva un aumento del gasto, buena parte del mismo es de carácter transitorio por lo que no debería comprometer la evaluación sobre la sostenibilidad de la deuda pública uruguaya a largo plazo. Entre todas las malas noticias, éste constituye un aspecto favorable en el que apoyarse Uruguay para completar el paquete de estímulo económico deseable, factible y a la talla”.¹²

B. Situación del sistema sanitario

La infraestructura y la universalidad del sistema de salud también han sido decisivos en los resultados hasta ahora alcanzados frente a la pandemia. Por un lado, casi el 100% de la población uruguaya tiene acceso agua potable, esencial para la higiene de las manos, una de las principales barreras de protección.

¹² IECON, 2020²

Además, el sistema de salud no se ha visto comprometido debido a la integración del sector público y privado y a un eficaz sistema de emergencia y atención domiciliaria.¹³

Una característica central del sistema de salud uruguayo desde principios del siglo XX es la cobertura en salud de aproximadamente del 90% de la población a través de dos tipos de prestadores, quienes brindan una atención de carácter integral. El resto de la población (10%) tiene cobertura integral de salud en Seguros Privados Integrales, en Sanidad Militar o en Sanidad Policial. (MSP, 2020)

En 2007, en el marco de la reforma de la salud, se crea el Seguro Nacional Integrado de Salud (SNIS), financiado por el Fondo Nacional de Salud (FONASA) el que se amplía gradualmente. Con el objetivo de avanzar hacia la universalización de la protección social en salud, a partir de 2008 se fueron incorporando al SNIS diferentes poblaciones por edad, situación de actividad y relación con el trabajador. Este proceso culminó en el año 2016, con un poco más del 72% de la población con cobertura en salud a través del SNIS. La Administración de Servicios de Salud del Estado (ASSE) brinda además atención gratuita a un 22% de la población. (MSP, 2020)

El indicador de gasto en salud en relación al PIB fue de 9,8% en 2017. En particular, para el año 2017 en Uruguay el gasto de bolsillo representó 17% del gasto corriente en salud¹⁴ y el financiamiento público del gasto en salud alcanzó 6,8% del PIB. (MSP, 2020)

Esa situación, sumada a la cobertura integral para toda la población, con un plan de prestaciones obligatorias muy amplio, muestra en una situación privilegiada con respecto a la mayoría de los países del mundo, evitando que el acceso a las acciones de prevención, diagnóstico y tratamiento del COVID-19, impliquen endeudamiento o gastos empobrecedores.¹⁵

La complementación de servicios y la generación de redes integradas de atención en salud han sido impulsadas desde los inicios de la reforma con el objetivo de realizar un mejor uso de los recursos escasos, tanto los recursos humanos como los materiales, de forma de mejorar la calidad de atención y el acceso geográfico para la población. Este avance en integración y generación de redes de atención entre prestadores públicos y privados, sumado a los logros en la integración de los sistemas de información, asegura a los usuarios una atención más oportuna, más informada, y de mayor calidad.¹⁶

Desde el año 2010 se comenzó la planificación territorial como base de la nueva regionalización de los servicios de salud a nivel nacional para alcanzar la cobertura territorial de la salud pública según los parámetros exigidos internacionalmente. Esto significa que todos ciudadanos de la República tienen, a menos de una hora de camino, un centro de salud de la extensa red del primer nivel atención. No obstante estos logros, aún restan porciones del territorio nacional que requieren mejorar el acceso, particularmente en los otros dos niveles de atención. (ver la figura 1)

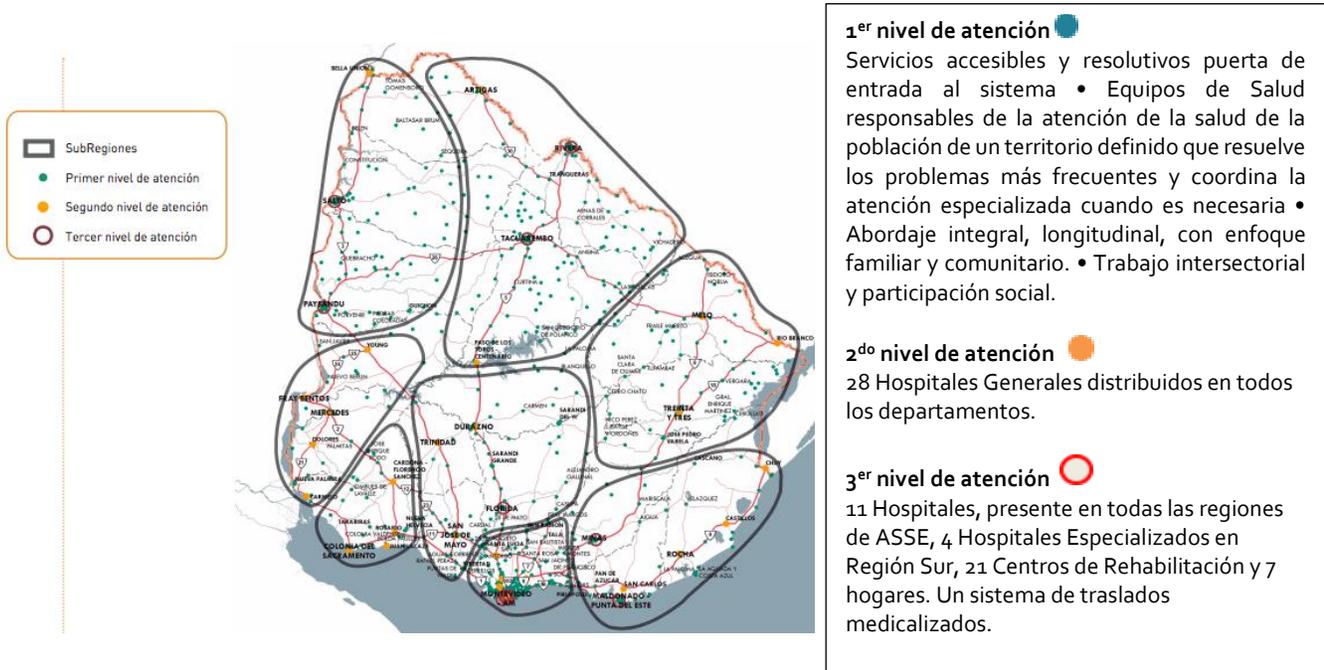
13 Uruguay XXI (2020), Uruguay es símbolo de confianza y seguridad, <https://www.uruguayxxi.gub.uy/es/noticias/articulo/uruguay-es-simbolo-de-confianza-y-seguridad/>

14 El gasto privado de bolsillo, definido como el gasto que debe realizar un hogar en el momento de acceder a los bienes o servicios de salud, es del 17%. Este tipo de gasto es la forma más regresiva de acceder al derecho en salud, y las recomendaciones plantean que debe ser inferior al 20%. Semanario El Popular, 27 de marzo 2020 "¿El SNIS está preparado para la pandemia de COVID-19?" Ida Oreggioni

15 Ídem.

16 Ídem.

Figura 1. Cobertura territorial de la atención en salud



Fuente: ASSE-DINOT-OPS (2020)

La regionalización de los servicios de salud ,y sobretodo el primer nivel de atención repartido por todo el territorio nacional, fue la clave para contener la pandemia en Uruguay. Según el Informe epidemiológico COVID-19 del MSP (2020 10 de junio) "...de los 110 de los casos confirmados (el 13%) requirieron ingreso hospitalario...", por lo tanto el 87% fue asistido en asistencia primaria. Esta misma constatación la hace el representante de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) en Uruguay como se describe en el recuadro 1.

Recuadro 1

87% de los casos sospechosos de COVID-19 fueron atendidos por primer nivel de atención ^a

El desarrollo del primer nivel de atención, contar con un sistema de vigilancia epidemiológico, con un sistema nacional integrado de salud con un fuerte liderazgo de la autoridad sanitaria, además de disponer de historias clínicas electrónicas, una amplia red de internet y una ley de servicios de comunicación audiovisual, han sido, para Wilson Benia, representante en Sistemas y Servicios de Salud de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) en Uruguay, aspectos clave a la hora de responder a la demanda asistencial por COVID-19.

A diferencia de lo que ocurrió en España, en donde, en palabras de Benia, se dio una respuesta "hospitalocéntrica", en Uruguay la enorme mayoría de los casos (87%, según cifras del Ministerio de Salud Pública, MSP) han sido atendidos en domicilio o por medio de dispositivos del primer nivel de atención. Benia destaca que esa fue una "ventaja comparativa" de Uruguay: "Se le dio el mensaje a la población de que permaneciera en sus casas, que alguien iba a comunicarse con ellos para atenderlos, pero eso no sucedió en España, entonces la gente fue al hospital, se concentró en las puertas de emergencia y fue motivo también de transmisión de la enfermedad, y se generó ese fenómeno de saturación de los servicios hospitalarios", explicó.

Mencionó también que tener "un sistema de vigilancia epidemiológica activo y lo más robusto posible" es otra ventaja que han mostrado los países, entre ellos Uruguay, porque su sistema había sido mejorado a partir de la respuesta a la gripe H1N1, y señaló que eso "le permitió detectar precozmente los primeros casos". Valoró, además, que fue "muy positivo el desarrollo de las capacidades nacionales para el testeo" que se implementó tanto para los contactos de los casos como para los brotes, como se hizo en los residenciales de ancianos y en Rivera, y permite identificar en qué medida está circulando el virus.

En cuanto a la respuesta asistencial, Benia explicó que “son mejores los indicadores en aquellos países que tienen sistemas nacionales de salud lo más integrados posible y lo más robustos posible en cuanto a la capacidad de rectoría del Estado y de la autoridad sanitaria sobre los efectores y los prestadores de salud. No en vano se destacan Costa Rica, que tiene la Caja Costarricense como gran prestador de salud, y Uruguay, que tiene un sistema nacional integrado de salud que articula a los prestadores y logró activar en esta respuesta toda la memoria institucional de una rectoría que venía funcionando y lograba alinear a los prestadores en un conjunto de prioridades como fueron en su momento las metas asistenciales o los Objetivos Sanitarios Nacionales”. Como ejemplo de eso mencionó los acuerdos del MSP con las mutualistas, con la Administración de los Servicios de Salud del Estado (ASSE) y con las emergencias móviles cuando se distribuyeron los residenciales para la atención sanitaria.

Aunque no se lo asocie de inmediato, la expansión de la historia clínica electrónica y el despliegue de internet también contribuyeron al desarrollo de atención descentralizada (desde la agenda electrónica hasta la atención en emergencias móviles) y de la telemedicina. A principios de abril se aprobó la Ley 19.869, que, tal como explicó Benia, dio un marco legal para que las prestaciones brindadas por telemedicina se integren a la historia clínica electrónica, cosa que “no ocurre en otros países, en los que los médicos se niegan a hacer telemedicina porque no hay un marco legal que los proteja”. Para la comunicación de riesgo, Benia señaló también la incidencia de la Ley de Servicios de Comunicación Audiovisual, que permitió disponer de espacios televisivos y radiales.

Fuente: Extractos de la diaria, 9 de junio 2020, “Especialista de OPS opinó que las fortalezas del sistema de salud uruguayo le permitieron responder mejor que otros países frente a la COVID-19”, Amanda Muñoz.

C. Situación del Sistema Nacional de Innovación

Históricamente el Sistema Nacional de Innovación (SNI) ha sido muy débil en Uruguay. Desde la creación de la ANII en el año 2008 se realizaron reformas para atacar cuatro debilidades centrales del SNI, a saber: i. la multiplicidad de instituciones y programas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) dispersos, muchas veces superpuestos y sin coordinación; ii. la escasa demanda de CTI proveniente del empresariado nacional; iii. la magra inversión nacional, pública y privada, en Investigación y Desarrollo (I+D) y, iv. la inexistencia de un plan director de CTI. (Rubianes, 2014)

La nueva política de CTI intentó ordenar las instituciones del SNI y desplegó una variedad de instrumentos dirigidos al fortalecimiento y orientación de la investigación científica y desarrollo tecnológico y al fomento de la innovación en el sector productivo. También se triplicó la inversión en CTI y se elaboró el primer Plan de Desarrollo de Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCTI).

La creación de la ANII y en 2018 del Sistema de Competitividad y Transformación Productiva reforzaron de forma radical el SNI uruguayo. No obstante, falta aún mucho para lograr un SNI poderoso y motor de una transformación productiva intensiva en conocimientos. Uruguay invierte en I+D sólo el 0,49% del PBI, llegando a un monto absoluto de 288 millones de dólares al año (datos del 2017).¹⁷ La mayor parte de esta inversión es hecha con fondos del Estado (inversión pública en I+D) y se ejecuta principalmente en universidades públicas e institutos y laboratorios de investigación. En cuanto a la inversión del sector productivo, tomando las empresas públicas y privadas juntas, ésta asciende a sólo un 0,459% del total. Por lo tanto, la financiación de la I+D en Uruguay es principalmente pública, como en otros países de la región.

Históricamente el Sistema Nacional de Innovación (SNI) ha sido muy débil en Uruguay. Desde la creación de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) en el año 2008, se desplegó un conjunto de 24 instrumentos, 18 de ellos dirigidos al fortalecimiento y orientación de la investigación científica y el desarrollo tecnológico y 6 al fomento de la innovación en el sector productivo. (Rubianes, 2018).

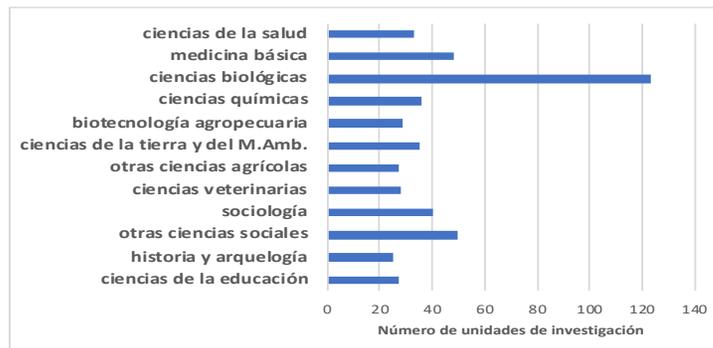
Como resultado de un relevamiento institucional de I+D (MEC, 2019) fueron identificadas 43 instituciones que desarrollan actividades de investigación científica y/o desarrollo tecnológico en

¹⁷ Fuente: RICYT, [link disponible](#).

Uruguay, pertenecientes a los sectores Educación Superior, Gobierno y Organizaciones sin Fines de Lucro. Un 47% de los casos corresponde a instituciones del Gobierno, 35% a Organizaciones sin Fines de Lucro y 19% a instituciones de Educación Superior. A su vez, en las instituciones antes detalladas se identificó el funcionamiento de un total de 934 unidades de investigación. Dichas unidades presentan características y dimensiones muy heterogéneas, tanto entre instituciones como al interior de las mismas y su denominación específica varía dependiendo de cada estructura organizacional (Institutos, Departamentos, Laboratorios, Secciones, Cátedras, Áreas, entre otros) Tres de cada cuatro unidades de investigación identificadas corresponde al sector Educación Superior. Dos terceras partes de las unidades (el 66%) corresponde a la Udelar. En el gráfico 2 se cuantifican la cantidad de unidades de investigación por disciplina, verificándose que las ciencias biológicas son las de mayor peso.

Gráfico 2
Especialización de la investigación en Uruguay

(Unidades de investigación por sub-áreas del conocimiento)



Fuente: MEC (2019)

Ahora, cuando se desglosa por área de conocimiento se observa que las ciencias naturales y exactas junto con las ciencias médicas llegan a un 23,83 % de la inversión total en I+D (ver Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de la inversión de I+D por disciplina^a

Disciplina o área	Porcentaje de inversión CTI
Ciencias Naturales y Exactas	7,08
Ingeniería y Tecnologías	33,93
Ciencias Médicas	16,75
Ciencias Agrícolas	20,75
Ciencias Sociales	16,61
Humanidades	4,88

Fuente:

^a datos de la RICYT (datos del año 2017).

Este porcentaje de inversión de I+D en este sector científico médico del 23,83% es mucho menor a lo que se invierte en ingeniería y tecnologías (33,93%).

Por último, como ejemplo de política a largo plazo se menciona al Plan Ceibal, de una computadora portátil por niño. El Plan Ceibal de Uruguay es una iniciativa promovida por el gobierno uruguayo desde el año 2007¹⁸, basada en el programa One Laptop Per Child (OLPC) del Massachusetts Institute of Technology (MIT).

¹⁸ Plan Ceibal. <https://www.ceibal.edu.uy/es>

Uruguay fue el primer país del mundo en proporcionar computadoras portátiles de forma gratuita a todos los estudiantes y maestros en las escuelas públicas y de la educación secundaria pública. Este programa ha permitido al país reducir sustancialmente la brecha digital y capacitar a las generaciones futuras para enfrentar nuevos desafíos laborales. Además, a través del Plan Ceibal se han logrado los siguientes objetivos.¹⁹:

- ✓ Conectividad: el 100% de las escuelas, escuelas secundarias y universidades técnicas tienen fibra óptica.
- ✓ La digitalización también ha crecido para los hogares, ya que su acceso a Internet aumentó del 13% al 83% en 2006-2016 y la brecha digital se redujo del 36% al 14%.
- ✓ Inglés: la plataforma Ceibal se implementa en inglés, lo que contribuye al bilingüismo de la población uruguaya.

Se está observando una tendencia al fortalecimiento de las STEM (Science, Technology Engineering and Mathematics) y la robótica en particular, asociadas al uso de las ceibalitas (laptop entregados a los niños y adolescentes), y a la participación de los niños y adolescentes en competencias tanto a nivel nacional como internacional en las que estudiantes de secundaria de liceos públicos han ganado prestigiosos premios.

III. Identificación de capacidades técnicas

Los desarrollos de nuevos diagnósticos y tratamientos médicos requieren de instituciones con capacidades tanto de equipamientos e infraestructura como de recursos humanos. En Uruguay actualmente se pueden cubrir todas las fases de los desarrollos gracias a colaboraciones entre empresas y diferentes instituciones médicas y académicas.

A lo largo de estos últimos 30 años se han desarrollado capacidades de I+D en el área biomédica que cubren todas las fases de descubrimiento de nuevos diagnósticos o tratamientos médicos (ver Figura 2). Dentro de la fase de investigación inicial de nuevos diagnósticos o tratamientos existen fuertes grupos de investigación provenientes fundamentalmente del sector público, de la Universidad

¹⁹ Folleto informativo de Uruguay XXI. Business opportunities for Life Science Companies. Uruguay XXI.

de la República (Udelar), del Institut Pasteur de Montevideo (IPM), del Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE) y del Centro Uruguayo de Imegenología Molecular (CUDIM). Luego, en las fases de estudios preclínicos tanto de nuevos diagnósticos como de tratamientos médicos, Uruguay ha desarrollado importantes avances, fundamentalmente en la Udelar y en el IPM. De hecho este último tiene una Unidad de Animales Transgénicos y de Experimentación que posee un sistema SPF (aire filtrado libre de patógenos) que se utiliza en ratones con sistema inmune deprimido (se usan muchos de estos ratones en experimentos de modelos xenográficos para cáncer y nuevas drogas o tratamientos). Hay además en el IPM y en las Facultades de Ciencias y de Química de la Udelar capacidades instaladas para evaluar la calidad y pureza de fármacos y biofármacos. Posteriormente, y ya para los estudios clínicos, también hay capacidades de organización y diseño de estudios clínicos, fundamentalmente en el Hospital de Clínicas de la Udelar, pero también en hospitales de la red de hospitales de la ASSE, en hospitales privados (aquí cabe mencionar la Unidad de Investigación Clínica de la mutualista privada CASMU), en el Hospital Militar (DNSFFAA) y también en el CUDIM. Todos estos procesos requieren ser valorizados a través de transferencias tecnológicas a empresas tanto empresas de diagnóstico como empresas farmacéuticas (Figura 2).

Figura 2
Fases de la Investigación y Desarrollo en el área biomédica



Fuente: Elaboración propia en base a Uy XXI-PEDECIBA (2019)

A partir de estos desarrollos que se han venido conformando desde hace muchos años, en estos tres últimos meses y medio desde que se desató la pandemia en Uruguay se logró responder a la demanda local de la generación de nuevos conocimientos, nuevos bienes y servicios específicos para la COVID-19. En este capítulo se describe y analiza ese proceso.

Para escribir este capítulo se hizo un relevamiento de todos los nuevos desarrollos que se generaron en estos meses según la información a la que se pudo acceder. El capítulo se organiza de la siguiente manera: en la sección A se describen los métodos de diagnóstico para COVID-19 creados y los procesos de cooperación público-privada y público-público que se pusieron en marcha para lograrlos; en la sección B se trata sobre los tratamientos farmacológicos y en la C sobre desarrollo de vacunas; en la sección D sobre genómica y en la E sobre equipamiento médico.

A. Métodos de diagnóstico

En una reciente publicación el BID (BID, 2020) señala que las pruebas de diagnóstico, como las PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa, por sus siglas en inglés), permiten establecer si los pacientes están infectados, darles tratamiento adecuado y aislarlos del resto de la población. Son un instrumento fundamental de monitoreo epidemiológico que las autoridades pueden utilizar para tomar las decisiones de reapertura. La mayoría de los países, prosigue el BID, carece de estas pruebas en cantidades suficientes. Aun países desarrollados, como Estados Unidos, enfrentan restricciones importantes para realizar estas pruebas a todos los pacientes sintomáticos, no tanto por la falta de equipos sofisticados para analizar las muestras, sino más bien por falta de insumos como reactivos o hisopos, sin los cuales estas pruebas no se pueden realizar en la cantidad necesaria. Estas limitaciones son aún mayores en ALC que cuenta con menos equipos, no produce muchos de los insumos necesarios y se ha visto relegada en la competencia por importarlos de países de ingresos altos y con mayor poder de compra.

Otro problema asociado con estas pruebas que detecta el BID (2020) es que requieren un manejo logístico complejo. En ALC los equipos necesarios para realizarlas tienden a estar centralizados en unos pocos laboratorios, lo que provoca que no se reciban los resultados por varios días. Esta circunstancia reduce su valor como herramienta de diagnóstico para el tratamiento y el aislamiento oportunos de los infectados.

Las pruebas de inmunidad, también llamadas serológicas, sirven un propósito diferente. Determinan si la persona ha estado expuesta al virus en el pasado a través de la detección de anticuerpos que el sistema inmunológico desarrolla para combatir el virus. Estas pruebas pueden ser clave para hacer el monitoreo epidemiológico de la enfermedad y establecer cuántas personas han estado expuestas y son probablemente inmunes. Esta información es muy relevante para la toma de decisiones sobre la flexibilización de las medidas restrictivas y, en la medida en que las pruebas sean más confiables de lo que son en la actualidad, permitiría identificar individuos que no pueden contagiar (ni ser contagiados) y que, por lo tanto, pueden volver a su vida normal. Las pruebas serológicas son más simples, menos costosas y más rápidas que las pruebas de PCR, pero su desarrollo lleva más tiempo, por lo que apenas están comenzando a utilizarse tanto en países desarrollados como en la región. Algunas pruebas serológicas disponibles en el mercado han tenido serios problemas de calidad, una circunstancia que se espera que disminuya próximamente.

Dentro de ese contexto regional señalado por el BID (2020), Uruguay pudo sortear algunas de las limitaciones expuestas a través de la base de investigación y las empresas biotecnológicas pre-existentes al COVID-19 y de procesos de cooperación entre diferentes actores del Sistema Nacional de Innovación (SNI) y entre actores del SNI y el sistema sanitario nacional que surgieron durante la pandemia. Los próximos sub-secciones las retoman.

1. La base existente antes de la COVID-19

Uruguay cuenta actualmente con una base muy importante de desarrollo del sector biotecnológico y biomédico a nivel académico, que está empezando a generar start-ups de base tecnológica. Según un informe reciente realizado por PEDECIBA y Uruguay XXI²⁰, hay en total 115 grupos de investigación académicos en las áreas de farmacéutica y biomedicina básica, en los que participan más de 680 investigadores desde estudiantes de Maestría y Doctorados hasta investigadores principales. El 84% de estos grupos de investigación están en la Udelar (la universidad, pública, es la más grande y de mayor prestigio en el país). Dentro de estos 115 grupos de investigación hay 29 grupos que trabajan en métodos diagnósticos y marcadores moleculares e inmunológicos de enfermedades en humanos.

²⁰ UyXXI-PEDECIBA (2019).

Se destacan las siguientes áreas de investigación de métodos diagnósticos:

- Inmunodiagnóstico y uso de nanobodies y anticuerpos monoclonales.
- Desarrollo de nanobiosensores.
- Diagnóstico celular y de citoquinas.
- Desarrollo de métodos diagnósticos utilizando proteínas recombinantes.
- Glicoproteínas y su uso en diagnóstico.
- Diagnóstico bioanalítico utilizando espectrometría de masas.
- Diagnóstico molecular por amplificación por PCR y RT-PCR.
- Diagnóstico por métodos citogenéticos para detectar rearrreglos cromosómicos.
- Métodos diagnósticos utilizando radiofármacos y radiocompuestos.
- Diagnósticos bioquímicos.

Estas diferentes metodologías de investigación son utilizadas para las siguientes patologías:

- Cáncer.
- Enfermedades infecciosas (bacterias, virus, protozoarios, hongos patógenos, etc).
- Enfermedades cardiovasculares.
- Patologías del sistema nervioso, enfermedades neurodegenerativas y del envejecimiento.
- Enfermedades parasitarias.
- Enfermedades y trastornos metabólicas.
- Enfermedades hereditarias, enfermedades raras y mitocondriales.

En particular los grupos que específicamente vienen trabajando en Virología, y donde se forman Virólogos en Uruguay son los siguientes:

- Laboratorio de Virología Molecular, Centro de Investigaciones Nucleares, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo. Dirigido por el Dr. Juan Cristina, otros referentes: Dr. Gonzalo Moratorio y Dra. Pilar Moreno
- Laboratorio de Evolución Experimental de Virus, Institut Pasteur de Montevideo, Dirigido por el Dr. Gonzalo Moratorio. El Dr. Moratorio también es investigador del Laboratorio de Virología Molecular de la Facultad de Ciencias (Udelar).
- Sección Virología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo. Dirigida por el Dr. Juan Arbiza, otros referentes: Dra. Adriana Delfraro, Dra. Mabel Berois, Dra. Sandra Frabasile.
- Laboratorio de Virología Molecular, Centro Universitario Regional Litoral Norte Universidad de la República, Salto. Dirigido por el Dr. Rodney Colina.
- Departamento de Desarrollo Biotecnológico, Instituto de Higiene, Facultad de Medicina Universidad de la República, Montevideo. Dirigido por Dr. José Alejandro Chabalgoity, referencia en virus: Dr. Luis Fernando Silveira.
- Departamento de Inmunobiología, Facultad de Medicina Universidad de la República, Montevideo. Dirigido por el Dr. Otto Pritsch. El Dr. Pritsch también dirige el Laboratorio de Inmunovirología, del Institut Pasteur de Montevideo, a través de una Unidad Asociada por convenio de la Facultad de Medicina de la Universidad de la República con el Institut Pasteur de Montevideo.
- Sección Genética Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo. Dirigida por el Dr. Ruben Pérez, otra referente: Dra. Yanina Panzera.
- Departamento de Bacteriología y Virología, Instituto de Higiene, Facultad de Medicina, Universidad de la República, Montevideo. Dirigido por el Prof. Dr. Gustavo Varela.

Por otro lado, hay una pujante actividad en diagnóstico médico tanto en hospitales públicos y privados como en empresas dedicadas al diagnóstico de enfermedades. Algunas de estas empresas comenzaron a brindar servicios de diagnóstico de enfermedades en el marco del desarrollo biotecnológico iniciando sus actividades en los años 1990.

Dentro de los servicios de diagnóstico de los Laboratorios de ASSE y del MSP se resaltan los siguientes laboratorios:

- Laboratorio Central del Ministerio de Salud Pública del Departamento Laboratorios de Salud Pública – DLSP. Es quien coordina a nivel nacional toda la actividad de diagnóstico (y también se ocupa de la COVID-19).
- Laboratorios de diagnóstico de los Hospitales dependientes de ASSE de la Región Sur, Norte, Este y Oeste (ver figura 1 en los niveles de atención 1, 2 y 3).
- Laboratorios de diagnóstico de otros hospitales públicos: (Hospital Militar, Hospital Policial, Hospital de Clínicas de la Udelar²¹).

Por otro lado, el sistema privado de salud posee varias mutualistas y centros de salud privados con laboratorios de diagnóstico propios.

Además, hay empresas de diagnóstico médico que actúan dando servicios a prestadores de salud pública y privados o en forma individualizada de acuerdo a la demanda de particulares. En este caso se resalta sólo aquellas que generan diagnósticos por PCR de la COVID-19 para el MSP²²: Laboratorio Genia, ATGen SRL, Capoano Bevilacqua, Laboratorio Zurgén (en el Sanatorio Americano), Laboratorio Biofast.

Finalmente hay decenas de otros laboratorios de diagnóstico privados que se especializan en determinadas patologías específicas o en determinadas tecnologías médicas.

2. Los desarrollos a partir del surgimiento de la pandemia

a) Desarrollo de diagnósticos moleculares de COVID-19

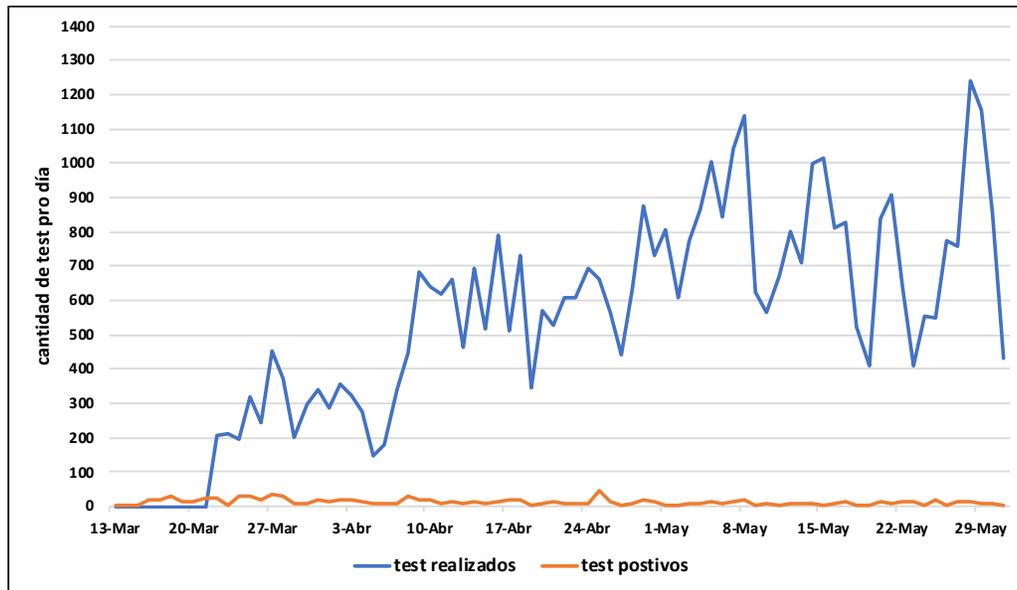
Los primeros cuatro casos de COVID-19 en Uruguay, como se señaló anteriormente, se conocieron el 13 de marzo y, como muestra el gráfico 3, a partir del 20 de marzo (fecha en que el monitor del IPM²³ empieza a tener datos centralizados sobre los test de diagnóstico) se realizaron como mínimo 200 test por día. La capacidad de hacer test de diagnóstico de cualquier enfermedad siempre descansó en Uruguay principalmente sobre la importación de dichos diagnósticos, pero dado que la pandemia generada por la COVID-19 fue mundial, éstos comenzaron a escasear rápidamente. Por ello, la suficiente capacidad de respuesta nacional en la puesta a disposición de test específicos para esta enfermedad dependió básicamente de desarrollos académicos y de algunas empresas biotecnológicas locales.

21 Hospital de Clínicas realiza tests diagnósticos de COVID-19. El test diagnóstico utilizado es por PCR y fue desarrollado por investigadores de la Udelar y el IPM.

22 la diaria (21 abril, 2020), "Gobierno comprará estudios diagnósticos y tomas de muestras de covid-19 a cinco empresas". <https://ladiaria.com.uy/politica/articulo/2020/4/gobierno-comprara-estudios-diagnosticos-y-tomas-de-muestras-de-covid-19-a-cinco-empresas/>

23 Se utiliza la fuente de datos del monitor IPM porque los datos del MSP no son accesibles al público en general.

Gráfico 3
Test de diagnósticos COVID-19 realizados y test positivos en todo el país
 (cantidad de test por día y test positivos por día)



Fuente: Monitor Institut Pasteur Montevideo <http://pasteur.uy/monitor-covid-19/index.html>

Al 30 de mayo, última fecha actualizada por el Monitor IPM, se habían realizado 42.931 test, de los cuales se estima que cerca del 40% fueron realizados a partir de dos tipos de cooperaciones locales, una pública-privada conformada por el consorcio Udelar-IPM-empresa biotecnológica ATGen y otra pública-pública conformada por Udelar-IPM y una red de laboratorios públicos de diagnóstico. En las próximas secciones se describen ambos.

i) Cooperación público-privado

Ante la inminente expansión de la epidemia de la COVID-19 y previamente a que la OMS la declarara una pandemia en Uruguay un grupo de Virólogos y Biólogos Moleculares de la Facultad de Ciencias de la Udelar y del IPM, ya estaban previendo la escasez de insumos para el diagnóstico del virus por PCR que se iba a dar a nivel global. De este grupo se inició la idea de generar un kit de PCR en Uruguay, que fuera de bajo costo y adaptable a los diferentes equipos de qPCR (PCR cuantitativa algunos robotizados) disponibles en el país.²⁴ Se trataba de replicar un desarrollo previo y de acceso público de la Universidad de Hong Kong y del Centro para el Control de Enfermedades (CDC por sus siglas en inglés) del gobierno de los Estados Unidos, que estos grupos de investigación adaptaron y optimizaron para realizarlos en laboratorio. El kit consistió en la extracción del ARN viral y luego, mediante un paso único amplificado por transcripción reversa y qPCR cuantitativa, se seleccionó una región del genoma viral para hacer esta amplificación visible mediante la utilización de fluoróforos.

En simultáneo a esos desarrollos que se venían haciendo a nivel académico, la empresa ATGen estaba desarrollando, por un lado servicios de diagnóstico y a su vez su propio kit de diagnóstico basándose en los protocolos públicos del CDC.²⁵ A partir del día 2 de la aparición de los primeros cuatro

²⁴ Entrevista realizada a Pilar Moreno, 27 de mayo 2020.

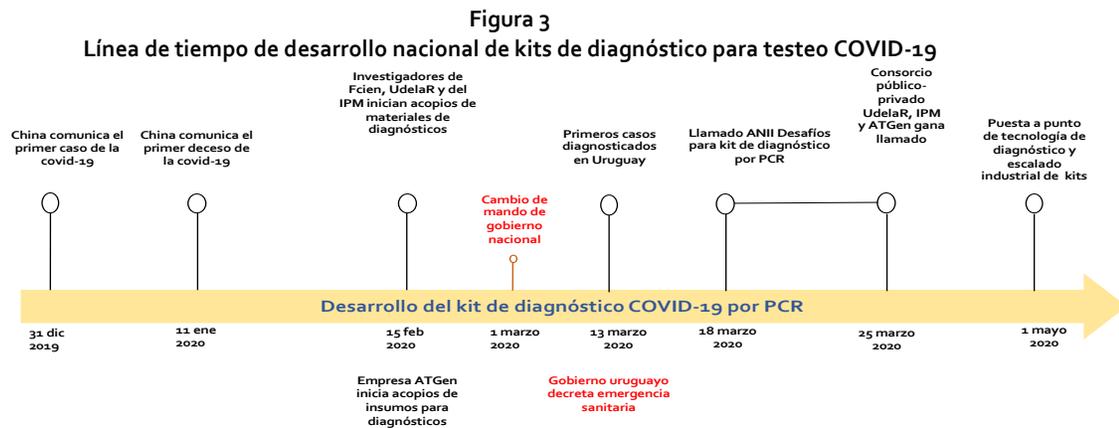
²⁵ Entrevista realizada a Andrés Abin, 2 de junio 2020.

casos en Uruguay, ATGen comenzó a brindar servicios de diagnóstico a particulares que podían acceder a su costo monetario.²⁶

ATGen exploró varias vías de desarrollo para este kit final: una versión del kit confirmatoria, una versión de screening y uno específico para pooling. Y luego pusieron a punto un kit de extracción de ARN que era alternativo a los kits de extracción comerciales que se importan, y también de un medio de transporte viral. En estos momentos ATGen está trabajando en extracción de ARN viral desde la saliva para independizarse de la escasez de hisopos a nivel global.²⁷ La Universidad privada ORT, a través de su laboratorio de biotecnología, dio un apoyo importante a estos desarrollos de ATGen.

La conclusión de estos procesos fue que los dos desarrollos, desde la academia y desde la empresa, confluyeron en uno solo que la empresa ATGen se ocupó de escalar a nivel industrial en su producción. Los niveles de producción de la empresa sólo cubren las necesidades del país, generando 5.000 kits por semana.²⁸

Simultáneamente la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) lanzó un llamado el 18 de marzo de 2020 dirigido a equipos conformados por empresas e instituciones de investigación para el escalado en la elaboración de un kit de diagnóstico de la COVID-19 (producción a escala de 10.000 kits). El desafío es que debía estar listo y en uso para mayo de 2020 y tenía por objeto asegurar la transferencia tecnológica a empresas. Se presentaron en un único consorcio la Facultad de Ciencias de la Udelar, el IPM y la empresa ATGen y ganaron.²⁹ Este proyecto de UYU 6 millones co-financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) posibilitó la transferencia de tecnología para que la empresa ATGen produzca un escalado industrial de estos kits de diagnóstico y asegure la disponibilidad de los mismos en un marco de escasez mundial. En la figura 3 siguiente se esquematiza todo este proceso a través de una línea de tiempo.



Fuente: elaboración propia

Además de requerir la colaboración academia-empresa para implementar el llamado de la ANII, se instaló una mesa de trabajo con el MSP a fin de definir los lineamientos del kit y, sobre todo, permitir a las empresas postulantes el acceso a la información del Ministerio sobre decenas de casos sospechosos de coronavirus, que pudieron así ser estudiados para poder desarrollar el nuevo kit de diagnóstico.

²⁶ Ídem.

²⁷ Ídem.

²⁸ Ídem.

²⁹ Informe de cierre y resolución N° 3878/020 de la ANII., 31 de marzo 2020.

<https://www.anii.org.uy/apoyos/investigacion/235/desafio-anii-kit-diagnostico-covid19/>

El Fondo de Convergencia del Mercosur (FOCEM), luego de ANII, financió la generación de 50 mil tests que se sumaron a los 10 mil siempre con la tecnología desarrollada junto a la empresa ATGen para su producción en escala y suministro tanto a los laboratorios públicos como a los privados.³⁰ En el recuadro 2 se reproduce el relato de este caso de desarrollo de kits de diagnóstico uruguayo dentro del contexto latinoamericano.

Recuadro 2

Insumos y equipos de pruebas de diagnóstico en Uruguay ^a

Uruguay es otro ejemplo excelente de la articulación entre el sector público, el privado y la comunidad científica y médica para generar soluciones a los problemas que plantea el manejo de la pandemia. Como muchos otros países de la región, Uruguay no contaba con pruebas de diagnóstico en cantidad suficiente. Ante la dificultad de importarlas, el 18 de marzo, la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), con apoyo del BID, lanzó un llamado para el diseño y la producción de 10.000 kits de diagnóstico PCR de la COVID-19 en el país, en plazos muy ambiciosos. Se formó un consorcio entre la Universidad de la República (Udelar), el Instituto Pasteur de Montevideo y la empresa biotecnológica ATGen, y, para el 27 de marzo, ya habían firmado un acuerdo con el Ministerio de Salud Pública (MSP).

Dado un método de laboratorio para detectar la COVID-19 (que, en este caso, también se desarrolló en Uruguay) un kit contiene el conjunto de reactivos que se requiere para realizar esa prueba, además de las instrucciones necesarias para llevarla a cabo. Al estandarizar los procesos de testeo, el uso de estos equipos permite ampliar la red de laboratorios capacitados para realizar las pruebas. El 30 de abril, apenas un mes desde la firma del acuerdo, los participantes del consorcio entregaron los primeros 10.000 kits al Ministerio de Salud, lo que puso a Uruguay entre los países líderes en capacidad de testeo per cápita en la región. A la fecha de publicación de este documento, ya había recursos del FOCEM (Fondo para la Convergencia Estructural del Mercosur) para financiar 50.000 kits más.

Estos no son ejemplos aislados. Existen iniciativas similares en otros países de la región, como Argentina, Brasil o Colombia. En todos los casos exitosos, la articulación entre el sector público y el privado, la comunidad científica, los emprendedores y las firmas que pueden escalar estas soluciones ha sido crucial. Estos ejemplos demuestran, además, la importancia de invertir en ciencia, tecnología e innovación, en desarrollar un ecosistema emprendedor y contar con políticas de desarrollo productivo adecuadas, de manera de poder dar rápida respuesta a problemas en situaciones de crisis como la actual.

Fuente: BID (2020)

^a Algunos extractos de Recuadro 6, pág. 52 de publicación del BID (2020)

ii) Cooperación público-público

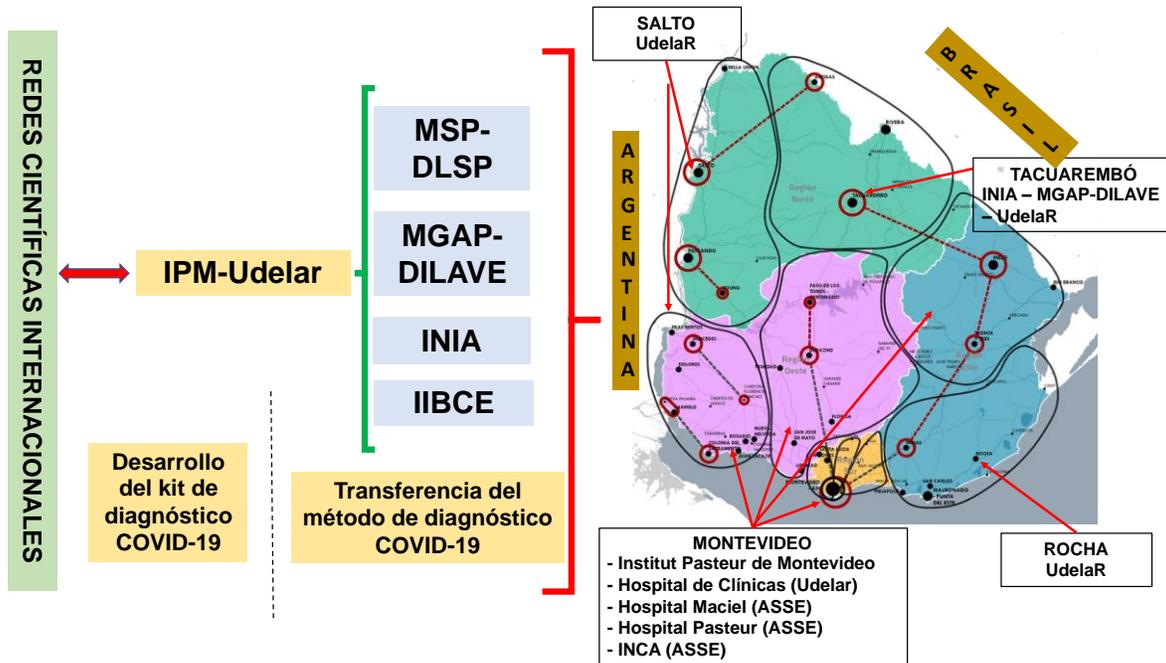
Simultáneamente a la cooperación pública-privada también se trabajó sobre la base de cooperación pública-pública. La Udelar junto al IPM realizaron también la transferencia tecnológica de sus desarrollos de test de diagnóstico a los hospitales públicos y otros laboratorios para que se transformen en laboratorios de diagnóstico de la COVID-19 de forma de asegurar un mayor número de testeos diarios. Quiere decir que en paralelo al desarrollo del kit se fue haciendo una transferencia tecnológica a los hospitales y también se seguían haciendo los testeos en el IPM (esta no es obviamente la función de este instituto, pero dada la emergencia éste ofició de laboratorio de testeo también).

La figura 4 recoge el proceso de creación de la red de laboratorios públicos de testeo que tiene cobertura territorial nacional a través de las regiones de ASSE ya mencionadas en el capítulo anterior. En los próximos párrafos se describe el proceso que contiene la figura.

30 Conferencia de prensa conjunta MSP, Udelar, IPM, BID, ANII y ATGen, 30 de abril 2020.

<https://www.youtube.com/watch?v=nKFeMqXYJOU#action=share>

Figura 4
Red de transferencia tecnológica para testeo COVID-19 a laboratorios públicos



Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas realizadas y mapa de ASSE-DINOT-OPS (2020)

El Departamento Laboratorios de Salud Pública (DLSP) del MSP tiene instalado desde el 2015 un sistema de vigilancia centinela con la participación de seis centros de salud distribuidos en todo el territorio nacional. Estos centros centinelas de prestadores públicos y privados, recogen la información de los pacientes, notifican los casos a través del sistema informático de vigilancia de infecciones hospitalarias del MSP y envían muestras respiratorias al DLSP, en donde se realiza el diagnóstico virológico. Actualmente, se trata de tres centros ubicados en Montevideo (dos públicos y uno privado) y tres en el interior del país (uno público y dos privados).

Desde la aparición de la COVID-19 el DLSP tuvo su capacidad de hacer diagnósticos saturada, pudiendo responder sólo al 10% de la demanda durante el mes de marzo.³¹ Otros laboratorios privados comenzaron a hacer el test, y también se habilitó a tres mutualistas, no obstante se señalaba que si bien se poseía la tecnología, la limitación era la escasez de reactivos. Como alternativa a la importación de test diagnósticos, el MSP apostó al desarrollo del diagnóstico de IPM-Udelar, lo aprobó a fin de marzo y co-organizó la red de transferencia tecnológica hacia los laboratorios públicos.

La transferencia tecnológica se inició con el Hospital de Clínicas, hospital universitario que pertenece a la propia Udelar y donde los bioquímicos clínicos que allí trabajan ya estaban familiarizados con el uso de equipos de PCR. Este Hospital tiene un equipo robotizado para lo cual tuvieron que generar algunas adaptaciones a los protocolos del kit.³²

31 la diaria, 25 de marzo de 2020, "Salinas aseguró que los cambios en los diagnósticos de casos de Covid-19 darán más garantías", <https://ladiaria.com.uy/articulo/2020/3/salinas-aseguro-que-los-cambios-en-los-diagnosticos-de-casos-de-covid-19-daran-mas-garantias/>

32 Entrevista a Pilar Moreno. 27 de mayo 2020.

El segundo hospital al que se hizo la transferencia fue el Hospital Maciel de ASSE en Montevideo. Allí la transferencia implicó un trabajo desde cero, tanto por la búsqueda de un espacio adecuado dentro del Hospital, como por el acondicionamiento con equipamientos (por ejemplo, de centrífugas, el equipo de PCR cuantitativa (qPCR), cabina de flujo laminar de seguridad tipo II, cámara de PCR para hacer las mezclas y otros equipos que fueron cedidos en forma de préstamo por otras instituciones como el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), la Facultad de Química, la Facultad de Ciencias y la Facultad de Odontología de la Udelar). También involucró muchas horas de formación en la práctica a los técnicos del laboratorio (en general bioquímicos clínicos) por parte de los investigadores del IPM y la Udelar y de sus estudiantes de doctorado voluntarios.³³

Se generó así un grupo adhoc de investigadores y funcionarios administrativos de diversas instituciones: Instituto de Investigaciones IIBCE, Udelar, IPM e INIA para coordinar las capacidades de equipos de laboratorio disponibles y generar en forma rápida los comodatos para los préstamos de equipos. Este grupo se encargó de hacer un relevamiento de necesidades de equipos en los laboratorios a donde se iba a realizar la transferencia tecnológica, pero también de los equipos disponibles en las diferentes instituciones académicas.³⁴

Se formaron también diversas cuadrillas de voluntarios por equipo entre los investigadores (en general eran estudiantes de doctorado, de maestría o investigadores postdoctorales, pero también investigadores principales) que se especializaron en transferir a los bioquímicos clínicos de los hospitales, para asegurar las diferentes etapas críticas del circuito de diagnóstico: Manejo de la muestra biológica con virus, extracción del ARN total, qPCR, interpretación de los datos y validación.

Se hizo también esta misma transferencia al Hospital Pasteur y al Instituto Nacional de Cáncer (INCA), de ASSE ambos en Montevideo, con mejor experiencia de partida esta vez en los procesos específicos para el diagnóstico de la COVID-19. Se requirió sí el préstamo de equipos de los institutos de investigación a los laboratorios de diagnóstico del Hospital Pasteur y del INCA. Algunos de los voluntarios quedaron trabajando en esos laboratorios de diagnóstico dependiendo de las necesidades.³⁵

Un quinto laboratorio al que se hizo la transferencia tecnológica fue al Laboratorio de Virología Molecular (Centro Universitario Regional Litoral Norte, Salto, Universidad de la República), que pasó a ser habilitado por el MSP como laboratorio de diagnóstico clínico (ver Figura 4). En este caso la transferencia fue muy sencilla porque en el laboratorio de investigación ya había varios estudiantes e investigadores con muy buena formación para poder volcarse en forma casi inmediata a hacer los tests. A partir del 30 de marzo este laboratorio pudo empezar a generar diagnósticos para toda la zona norte y litoral del país.³⁶ Al 1 de junio este laboratorio lleva realizados 1.300 tests COVID-19 en total, con el kit desarrollado por Udelar-IPM. En el grupo de 9 personas, 6 están involucradas a tareas de diagnóstico de la COVID-19, y la mitad son estudiantes de posgrado PEDECIBA haciendo tesis doctorales.

El Laboratorio de Virología Molecular de Salto es el primer laboratorio de bioseguridad nivel 3 de Uruguay (en los próximos meses tiene prevista la última auditoría internacional para certificar dicho nivel de bioseguridad). Está ubicado en un punto estratégico desde el punto de vista de la circulación de diferentes virus, cerca de las fronteras con Argentina y Brasil, y tiene por objetivo la investigación y el diagnóstico de enfermedades infecciosas que afectan a la salud humana, animal y vegetal.

Este laboratorio de Virología Molecular de Salto hizo la transferencia tecnológica a su vez al Campus de aprendizaje, investigación e innovación en el departamento de Tacuarembó, al noreste del país (ver Figura 4). En el campus conviven la Regional NorEste de la Udelar, el INIA y la División de Laboratorios Veterinarios (DILAVE) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). El

33 Ídem.

34 Ídem.

35 Ídem.

36 Entrevista a Rodney Colina, 1 de junio 2020.

laboratorio de DILAVE (especializado en el virus de la rabia en ganado) dispone de una cámara de bioseguridad de tipo 2, que es lo requerido en este caso para el manejo de las muestras con posible virus SARS-CoV-2. La reconversión de este laboratorio trayendo equipos de otras instituciones y formando gente específicamente en el manejo del diagnóstico molecular de COVID-19 garantiza hoy entre 30 y 50 tests por día.

Este laboratorio, que también tuvo habilitación rápida por parte del MSP, está ahora dirigido por un profesional Químico Farmacéutico que trabaja en la Intendencia Departamental de Tacuarembó. El laboratorio de la Udelar de Salto formó a 14 personas para esta transferencia de conocimiento. Las formaciones se hicieron en turnos y en dos grupos de interés: a) manejo de las muestras y extracción de ARN y b) qPCR. Se formaron profesionales de INIA, DILAVE de Tacuarembó, de la Udelar de Tacuarembó, del Hospital Departamental de Tacuarembó, y de la Udelar de Rivera. Actualmente se está validando la metodología de pools de muestras fundamentalmente para responder a la vuelta a la normalidad de empresas, instituciones públicas y centros educativos de la región.³⁷

Debido a un brote en las ciudades fronterizas de Rivera (Uruguay) y Santana do Livramento (Brasil) se definió la utilización universal de test PCR en ambos lados de la frontera con un criterio epidemiológico común.³⁸ Para la coordinación de las medidas, la Subcomisión de Cooperación en materia de Salud Santana Do Livramento-Rivera creó la Unidad Epidemiológica Sanitaria Común. Se utilizará en ambos lados de la frontera el kit desarrollado por el Consorcio IPM-Udelar-ATGen.³⁹ Los kits de diagnóstico serán proporcionados a la Universidad Federal de Santana do Livramento del lado brasileño. Los test se harán "a personas con infecciones respiratorias, a pacientes sintomáticos con o sin riesgo, con insuficiencias respiratorias leves, contactos con o sin síntomas a partir del quinto día y ante brotes institucionales".⁴⁰ O sea se adoptó el protocolo que ya se está aplicando en todo el territorio de Uruguay.

Otra colaboración importante en la ciudad de Rivera es la cooperación con el Instituto Nacional de Estadística (INE) que lleva un relevamiento de hogares continuo muy detallado, allí se hicieron tests al azar de la población cubriendo el territorio de toda la ciudad, en palabras del Director del INE:

"Lo que hicimos, a partir de la determinación de unas 200 manzanas que cubrían todo Rivera, lo que hacíamos era sortear unos cinco hogares por manzana en promedio y dentro de cada hogar una persona a la que el día previo se la contactaba para agendarla en una esquina. En esa esquina, al aire libre porque había que minimizar las posibilidades de contagio, se estacionaba una ambulancia y los profesionales de ASSE y del Hospital de Rivera hacían los hisopados".⁴¹

Otro brote inesperado, y que se dio rápida respuesta en identificación de afectados y cuarentena de los mismos se observó en el Departamento de Treinta y Tres (fronterizo con Brasil). Allí se identificaron a la fecha del 26 de junio 2020, 45 casos positivos para COVID-19 y se puso en cuarentena a 362 personas que tuvieron contacto con estos afectados⁴². Las autoridades realizaron tests en más de

³⁷ Para esta metodología se está generando una habilitación especial del MSP, ya que se pierde un poco de sensibilidad de la técnica y puede ser crucial en generar un falso negativo de pacientes asintomáticos o con síntomas muy leves. Por lo que esta metodología de pools quedará en 4 muestras solamente. El testeo por pools no será azaroso sino que seguirá criterios epidemiológicos para aumentar las probabilidades de éxito frente a la pregunta que se pretende responder, por ejemplo, si es seguro volver a abrir determinados centros educativos o no. (entrevista a Rodney Colina)

³⁸ Acuerdo histórico entre Uruguay- Brasil para el control del COVID-19. <https://www.gub.uy/ministerio-salud-publica/comunicacion/noticias/acuerdo-historico-entre-uruguay-brasil-para-control-covid-19-frontera>

³⁹ la diaria, 15 de junio 2020, "Uruguay y Brasil harán test con mismo "criterio epidemiológico" en la frontera", <https://ladiaria.com.uy/articulo/2020/6/uruguay-y-brasil-haran-test-con-mismo-criterio-epidemiologico-en-la-frontera/>.

⁴⁰ ídem

⁴¹ 180.com.uy, 23 de junio 2020, "Testeos aleatorios y el INE: la experiencia en Rivera"

<https://www.180.com.uy/articulo/83441-testeos-aleatorios-y-el-ine-la-experiencia-en-rivera>

⁴² El País, 26 de junio 2020, "Ya hay 362 personas en cuarentena en Treinta y Tres por el brote de coronavirus" <https://www.elpais.com.uy/informacion/salud/hay-personas-cuarentena-treinta-tres-brote-coronavirus.html>

900 personas relacionadas con el foco inicial. Según el presidente de ASSE, basado en la trazabilidad hecha por los epidemiólogos, el foco se inició en un centro de salud, en un paciente y afectó principalmente al personal de la salud. Los diagnósticos de Treinta y Tres se hicieron en Montevideo por la facilidad del envío de muestras.

Para el pool de muestras se requiere que haya un ajuste del kit de diagnóstico por PCR para garantizar que no se pierda sensibilidad del kit, ATGen está trabajando en esta adaptación a pools.⁴³ Los pools de muestras se pueden hacer en determinados contextos y ante determinadas poblaciones específicas donde se espera encontrar pocos casos positivos.⁴⁴ ATGen se puso a trabajar en el efecto del pooling sobre la sensibilidad analítica del diagnóstico para revertir el efecto de la dilución de la muestra. Lo que se ahorra en dinero para el pooling es muy poco, ya que de los componentes del costo del diagnóstico el único que se afecta es el costo de reactivos, los demás costos son los mismos: elementos de bioseguridad, la mano de obra y los costos operativos e indirectos.⁴⁵ Lo que permite el pooling es en realidad poder hacer más diagnósticos a la vez. El pooling se podrá usar en la reapertura de lugares de trabajo y de estudio.

En Rivera no se pudo instalar un laboratorio de diagnóstico local por falta de capacidades de infraestructura de laboratorio, por lo cual las muestras se empezaron a analizar en Salto y, desde que funciona el laboratorio en Tacuarembó, desde allí.

Por otro lado desde mayo se está trabajando para hacer la transferencia de tecnología al Centro Universitario Regional Este (CURE) en Rocha, que ya dispone de equipamiento y de gente formada en el manejo de la qPCR.⁴⁶ Aquí la transferencia de conocimientos se hizo con la asistencia de Facultad de Ciencias de la Udelar y el IPM. Este laboratorio que es de investigación en temas ambientales tendrá también habilitación por parte del MSP para generar diagnósticos de la COVID-19.

Este centro en Rocha se fortalecerá por el riesgo de la frontera seca en el sureste con Brasil. El flujo de personas en esta frontera es muy elevado en verano, por lo cual puede llegar a ser problemático una vez se levanten las medidas de aislamiento de los países y permitan la libre circulación de personas entre ambos países.

Otro proyecto que se está desarrollando desde la Facultad de Química de la Udelar y el IPM, y que es liderado por el Dr. Gustavo Salinas y la Dra. Laura Romanelli, es el desarrollo de un sistema de PCR rápido para SARS-CoV-2.⁴⁷ Esto permitirá desarrollar una herramienta más económica y rápida (10-15 minutos) para los estudios diagnósticos sin necesidad de transportar las muestras largas distancias.

En otra iniciativa muy innovadora se combina una retrotranscripción y amplificación en un solo paso que luego es detectado en 45 minutos en un sistema sencillo de tiritas⁴⁸. Esta metodología la están desarrollando las Dra. Paola Scavone y su grupo de investigación del Departamento de Microbiología del IIBCE. Están poniendo a punto este sistema de diagnóstico para muestras de saliva.

b) Desarrollo de un Kit de diagnóstico serológico

Otro de los desarrollos desde el sector académico lo generó un consorcio de 50 investigadores de la Facultad de Química, el Instituto Polo Tecnológico de Pando, la Facultad de Ciencias, la Facultad de

43 Entrevista realizada a Andrés Abin, Socio Fundador de ATGen, 2 de junio 2020.

44 Ídem.

45 Ídem.

46 Entrevista realizada a Pilar Moreno, 27 de mayo 2020.

47 Entrevista realizada a Cecilia Fernández, 24 de junio 2020.

48 Diario El Observador: Clemente Estable desarrolla kit para covid-19 en menos de 45 minutos. 20 de julio 2020. <https://www.elobservador.com.uy/nota/clemente-estable-desarrolla-kit-para-detectar-covid-19-en-menos-de-45-minutos-202071919460#> =

Medicina, todos de la Udelar y el IPM. Se conformó desde fin de marzo un Grupo de Trabajo Interinstitucional para el desarrollo de un test serológico COVID-19.

Los equipos de investigación que conforman este equipo son los siguientes:

- Cátedra de Inmunología, dirigida por el Dr. Gualberto González (Instituto de Higiene, Facultad de Química, Udelar, Montevideo).
- Departamento de Inmunobiología, dirigido por el Dr. Otto Pritsch (Facultad de Medicina, Udelar, Montevideo). El Dr. Pritsch también dirige el Laboratorio de Inmunovirología, del IPM a través de una Unidad Asociada por convenio de la Facultad de Medicina de la Udelar con el IPM.
- Unidad de Bioinformática, dirigida por el Dr. Hugo Naya, IPM.
- Unidad de Proteínas Recombinantes, dirigida por el Dr. Pablo Oppezzo, referente en producción de la proteína S del SARS-CoV-2 para este proyecto: Dr. Agustín Correa, IPM.

Los test serológicos determinan la presencia de anticuerpos contra el SARS-CoV-2 en sangre. Estos tests permiten determinar qué porcentaje de personas se infectó por coronavirus, incluso siendo asintomáticas sin diagnóstico molecular. Por eso, ambas técnicas (moleculares por PCR y serológicas) son complementarias y ayudan al diagnóstico en distintas formas y momentos producidos por el organismo contra el virus. Estos tests son importantes para estimar en una población o sector dado que porcentaje de personas tuvieron la enfermedad (ya sea con síntomas leves o asintomáticos). Se estima por estudios serológicos masivos hechos en Francia y en España, que hay un 90% de personas que pasaron la enfermedad sin ser detectados por métodos de qPCR.⁴⁹

El test serológico es también muy útil para estudiar poblaciones particulares que han sido sistemáticamente expuestas al virus, por ejemplo, el personal de salud, donde se estima que la prevalencia de la infección es mayor. O también, por ejemplo, en estudios retrospectivos de brotes. En el brote del Hospital Vilardebó, un hospital público psiquiátrico que tiene 340 pacientes internados y más de 700 funcionarios de la salud, será analizado con los test serológicos, para evaluar el impacto de ese brote. O sea, haciendo estudios de investigación epidemiológica retrospectiva.⁵⁰ Otra utilidad de los test serológicos está en relacionar la presencia de anticuerpos y la inmunidad antiviral, tratando de cuantificar los niveles de anticuerpos que confieren dicha inmunidad.⁵¹ El otro uso de estos test es en el programa de banco de plasma (ver más adelante).

Hoy sabemos que la respuesta inmune generada contra el virus genera protección para futuras exposiciones al mismo (Mitch, 2020), lo que garantiza que de a poco y junto con el acceso a la vacuna se logre alcanzar la inmunidad de rebaño. Este estudio examinó el grado de protección frente al SARS-CoV-2 en monos macacos. Concluye que la infección inicial del virus despierta la reacción de anticuerpos neutralizantes y protegen a los macacos de una segunda exposición al virus. Si bien estos experimentos hechos en monos pueden llegar a extrapolarse a humanos, sólo la experiencia de casos expuestos por segunda vez al virus podrá dar una idea de la amplitud de dicha protección en humanos. En estudios de ciudades donde la COVID-19 tuvo y sigue teniendo un impacto enorme como es, por ejemplo, la ciudad de Nueva York se detectó usando estas pruebas serológicas que la población ha estado en contacto con el virus en forma muy elevada. En una muestra de 15.000 personas se detectó que 12,3% eran seropositivas en el Estado de Nueva York, 19,9% en la población de Manhattan y hasta 27,6 % en el Bronx (el condado más afectado).⁵²

49 Entrevista a Otto Pritsch, 10 de junio 2020.

50 Ídem.

51 Ídem.

52 Anuncio del Gobernador del Estado de Nueva York, Andrew Cuomo, 2 de mayo 2020, <https://www.governor.ny.gov/news/amid-ongoing-covid-19-pandemic-governor-cuomo-announces-results-completed-antibody-testing>,

A través del test serológico desarrollado a nivel local, el sistema científico uruguayo busca responder a los problemas relacionados con esta pandemia, asegurando importantes aspectos de soberanía nacional. El kit serológico uruguayo que utiliza la técnica de ELISA es altamente sensible, permite además cuantificar la cantidad de anticuerpos contra el SARS-CoV-2 (que es muy útil saberlo para las eventuales plasmaféresis), y es diez veces menos costoso que el kit comercial, bajando el precio de la determinación serológica a 1 dólar por muestra.⁵³ El Fondo para la Convergencia Estructural del MERCOSUR (FOCEM) apoyó también la producción de los primeros 200.000 tests serológicos para el país, y otros que se distribuirán en la región (100.000 para Argentina y 80.000 para Paraguay).⁵⁴

En este caso de nuevo la ANII generó un llamado el 6 de mayo 2020 a Desafíos tecnológicos para el desarrollo, validación y escalado de un kit serológico. Se presentó a este llamado un único consorcio de investigadores y empresa compuestos por la Udelar, IPM y la empresa ATGen y les fue asignado los fondos (UYU 8 millones).⁵⁵ Nuevamente la presencia de la empresa ATGen garantiza la transferencia de tecnología y el escalado industrial de dicho kit.

Los desarrollos serológicos suelen ser muy caros a nivel de inversión de recursos humanos utilizados, de ahí que la Udelar y el IPM pusieron 50 personas a trabajar para sacar este kit adelante en un mes, algo impensable para cualquier empresa pequeña de desarrollo de diagnósticos. A pesar de que la mayor parte del trabajo fué realizado en las instituciones académicas, se requiere de una validación del kit de ELISA, una vez producido a escala industrial.⁵⁶ El test serológico puede ser usado además para hacer estudios epidemiológicos en el futuro.

Respecto a los test rápidos de tiritas, la empresa ATGen no tiene la cadena de fabricación para los mismos. Además que la experiencia muestra que los test rápidos no han sido efectivos. No parece haber un mercado para los test rápidos en Uruguay. Sí se puede sacar la idea del pinchazo en el dedo para no tener la necesidad de una extracción de varios mililitros de sangre y que esto luego se use en el ensayo de ELISA que es muy sensible.⁵⁷

Otro proyecto que se está desarrollando desde la Facultad de Ciencias de la Udelar, y liderado por el Dr Juan Pablo Tosar, es el desarrollo de biosensores electroquímicos para el abordaje de la serología de SARS-CoV-2 de forma descentralizada. Esto está dirigido a desarrollar una herramienta útil para los estudios epidemiológicos post pandemia a nivel nacional.

c) Insumos para diagnósticos

i) Hisopos para muestreo de SARS-CoV-2

Otros de los aspectos que la academia ha venido trabajando también en estrecha colaboración con el MSP es la generación de kits de dispositivos de muestreo para diagnóstico de COVID-19 (en adelante hisopos).⁵⁸ Los mismos sirven para la toma de muestras nasofaríngea u orofaríngea para su posterior estudio por qPCR. Se generó rápidamente un consorcio de investigación que está compuesto por La Facultad de Química, la Facultad de Ingeniería, y la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Udelar. Este proyecto, en curso, está generando varios prototipos de hisopos (por hilado de una fibra sintética, impresión 3D y por inyección de polímeros), algunos de ellos escalables a nivel industrial

⁵³ Semanario Búsqueda, 28 de mayo 2020, "Test uruguayo que detecta anticuerpos contra Covid-19 es fácil de usar, más barato y da mejores resultados que importados", María Paz Sartori.

⁵⁴ Ídem.

⁵⁵ Informe de cierre y resolución N° 3921/020 de la ANII. 19 de mayo 2020,

<https://www.anii.org.uy/upcms/files/llamados/resolucion/res-n-3921-udelar-institut-pasteur-de-montevideo-at-gen-s.r.l-test-serologicos.pdf>

⁵⁶ Entrevista realizada a Andrés Abin, 2 de junio 2020.

⁵⁷ Ídem.

⁵⁸ Entrevista a la Dra. Margot Paulino el 28 de abril 2020, en Informativo Radio Carve 850 AM

<https://www.carve850.com.uy/2020/04/28/equipo-de-la-udelar-espera-validar-esta-semana-en-campo-un-prototipo-de-kit-de-hisopado/>

y otros de elaboración más artesanal. También se generó una solución transportadora viral. Estos prototipos requieren ser validados en su calidad en estudios preclínicos y en su eficacia en estudios en pacientes, comparándolos con hisopos comerciales. Como una primera fase de producción en la Facultad de Química de la Udelar transformó sus laboratorios para la producción de uno de los kits de hisopado. La Coordinadora de este Proyecto, la Dra. Paulino, informa que se armaron cuadrillas de voluntarios (investigadores y estudiantes de grado y posgrado) que en total son unas 40 personas que se reparten en tres etapas del proceso; a producir los hisopos, hacer la solución transportadora y esterilizarla, y a etiquetar y empaquetar el kit final.⁵⁹ Todo esto para poder producir 33.000 kits de hisopados en un mes. Recientemente la Facultad de Química de la Udelar anunció que los jugadores de fútbol de primera división B serán todos estudiados para la COVID-19, utilizando el kit de hisopo hecho en impresión 3D en el marco de esta producción excepcional atendiendo a la escasez de hisopos.⁶⁰

Está previsto en el mes de junio 2020, transferir estas tecnologías a empresas.⁶¹ Se espera de esta forma atender la escasez de kits de hisopado a nivel mundial lo que ha generado un exagerado aumento de los precios y la escasa o nula accesibilidad a dichos kits.

Participan en este proyecto de investigación, validación y producción de escala de kits de hisopado los siguientes laboratorios:

- Departamento de Experimentación y Teoría de la Estructura de la Materia, liderado por la Dra. Margot Paulino, participan en este proyecto el Dr. Ricardo Faccio, la Dra. Helena Pardo, Facultad de Química de la Udelar, Montevideo y Pando.
- Departamento de Bioquímica Clínica - BIOCLIN, dirigido por la Dra. Graciela Borthagaray, participan también la Dra. Patricia Esperón y el Dr. Fernando Antúnez, Facultad de Química de la Udelar, Montevideo.
- Escuela Universitaria Centro de Diseño, dirigida por la DI Carolina Poradosú, participa también: Dra. Arq. Rosita de Lisi. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Udelar, Montevideo.
- Departamento de Informática Aplicada al Diseño, Laboratorio de Visualización Digital Avanzada (vidiaLab). Arq. Marcelo Payssé, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Udelar, Montevideo.
- Departamento de Aglomerantes Hormigones y Afines del Instituto de Ensayo de Materiales, dirigido por el Ing. Pablo Raimonda. Facultad de Ingeniería de la Udelar, Montevideo.

La industria del plástico ha respondido por otro lado, a la escasez de tubos de polipropileno utilizados para transportar las muestras de hisopados. Hay en efecto una escasez mundial también en estos insumos. El Centro Tecnológico del Plástico (CTPlas) generó un llamado a empresas de plástico.⁶² Por lo que seguramente el problema de la escasez de tubos de transporte de muestras de virus estaría próximamente resuelto.

En paralelo, la empresa ARAVAN Labs, ha desarrollado un kit de toma de muestras ambientales (tanto en el aire como en superficies) para el SARS-CoV-2⁶³, y desarrolló una solución de transporte para dichas muestras. También la empresa Zurgen, que se dedica a control de alimentos (detección de alérgenos y de OGMs) y a diagnóstico veterinario (detección de *Campylobacter* y enfermedades genéticas en equinos), ha desarrollado una solución transportadora siguiendo las indicaciones del CDC.

59 Entrevista a la Dra. Paulino, 29 de mayo 2020.

60 Comunicado de prensa de la Facultad de Química de la Udelar: "La Asociación Uruguaya de Fútbol utilizará kits de hisopado y transporte de muestras para diagnóstico de Covid-19 producidos en Facultad de Química". <http://www.fq.edu.uy/?q=es/node/1140>

61 Entrevista a la Dra. Paulino, 29 de mayo 2020.

62 Convocatoria a empresas de CTPlas / covid-19, <https://ctplas.com.uy/novedades/convocatoria-empresas-covid19/>

63 Nota de prensa hecha a Laura Macció por el canal de televisión Canal 12. <https://www.teledoce.com/programas/desayunos-informales/primer-manana/un-laboratorio-uruguayo-trabaja-en-un-dispositivo-para-detectar-el-coronavirus-en-el-aire/>

Así mismo, Zurgén está dando servicios al Sanatorio Americano en el diagnóstico de la COVID-19 por qPCR.

ii) Formas eficientes de desinfección

Varias empresas se han redireccionado a la desinfección de puestos de trabajo, oficinas, transporte público. Entre ellas destacamos a Clean&Company, Excellent y a ARAVAN labs, entre otras. Estas empresas ya venían trabajando en procesos de desinfección de edificios, en la industria alimentaria y hospitalaria, entre múltiples sectores de actividad. La empresa ALOBEN generó un Túnel Sanitizante que permite realizar una limpieza profunda de las personas y sus pertenencias en un proceso rápido y amigable en el ingreso a edificios. El Túnel Sanitizante cuenta con un sistema nebulizador capaz de desinfectar el 99,9% de virus, bacterias, hongos y agentes patógenos de las superficies en el acceso a lugares con alto flujo de personas, desinfectando así la ropa, objetos por ejemplo bolsos y calzado, y cabellos de quienes circulen por dicho túnel. La desinfección de aceras y calles está a cargo de las Intendencias Municipales que a veces subcontratan empresas de limpieza y recolección de residuos de la ciudad (por ejemplo en Montevideo la empresa CAP es contratada para estas actividades de desinfección).

Para investigar la eficacia de los métodos de desinfección investigadores del IIBCE y del IPM han generado información acerca de la circulación del virus en dos salas de CTI, una en el CASMU (hospital privado) y otra en el Hospital Español (hospital público).⁶⁴ Con la ayuda de médicos intensivistas se realizó el seguimiento y secuenciado del virus en dispositivos y superficies del área de CTI. Con métodos de testeo, se pudo determinar qué zonas del área de CTI puede haberse diseminado el SARS-CoV-2. Los CTI son áreas muy desinfectadas pero se sabe que hay “escapes” o descontroles lo que explica el alto número de personal de la salud que se contagia. Luego del hisopado y del estudio molecular por la técnica de PCR de las muestras (en el laboratorio del CASMU), los técnicos de ambas instituciones elaboran un informe con recomendaciones. Este proyecto buscará ser replicado en otras instituciones: “Puede ser aplicado en escuelas, en hogares de ancianos, en otras unidades de atención o de atención al público”.⁶⁵

iii) Modelización de la pandemia y vuelta a la normalidad

Como ya se mencionó, el gobierno creó un grupo asesor de científicos denominado GACH. En el marco de éste se evalúan las propuestas de vuelta a la normalidad concretas que se hacen desde el gobierno, evaluando los posibles riesgos y mecanismos de control. Por ejemplo el INE trabaja en forma muy coordinada con el MSP, en consulta con el área de ciencias de datos y de epidemiología que maneja el Dr. Fernando Paganini, y con los científicos de biomedicina básica que está en el grupo que lidera el Dr. Henry Cohen, para los monitoreos en la ya mencionada técnica de pool.⁶⁶

Matemáticos, Ecológicos Físicos, Ingenieros de Datos, Biólogos, Estadísticos, Epidemiólogos, Médicos Intensivistas e Infectólogos, han creado el Grupo Uruguayo Interdisciplinario de Análisis de

64 El Observador, 19 de mayo 2020, “Científicos uruguayos intentan determinar cómo circula el coronavirus en los CTI”
<https://www.elobservador.com.uy/nota/cientificos-uruguayos-intentan-determinar-como-circula-el-coronavirus-en-los-cti-202051819320>

65 la diaria, 26 junio 2020, “Proyecto del Clemente Estable y el CASMU busca detectar la presencia del coronavirus en superficies”.
<https://salud.ladiaria.com.uy/articulo/2020/6/proyecto-del-clemente-estable-y-el-casmu-busca-detectar-la-presencia-del-coronavirus-en-superficies/>

66 la diaria, 24 de mayo de 2020, Entrevista a Rafael Radi: “Tenemos un colchón grande, de hasta meses, entre la situación actual y la situación eventual de colapso del sistema de salud”, Leo Lagos.
<https://ciencia.ladiaria.com.uy/articulo/2020/5/rafael-radi-tenemos-un-colchon-grande-de-hasta-meses-entre-la-situacion-actual-y-la-situacion-eventual-de-colapso-del-sistema-de-salud/>

Datos de COVID-19⁶⁷, donde se presentan reportes en grupos de trabajo y dan su opinión acerca de modelizaciones matemáticas del comportamiento de la pandemia en Uruguay.

CoronavirusUY es una app que da información a los usuarios acerca de la progresión de la pandemia en Uruguay y recomienda medidas para mantener distanciamiento y en caso de observar síntomas de la enfermedad recomienda a quién y cómo dirigirse. Fue diseñada por AGESIC. Se encuentra disponible en GooglePlay para Android y en APPStore de Apple (con más de 350 mil instalaciones).⁶⁸ Esta app ha advertido de 50.000 posibles casos de contagio, que claramente la enorme mayoría resultaron en casos negativos. La nueva versión de esta app tendrá nuevas funcionalidades como ser reaccionar rápidamente ante focos de contagio. Uruguay será el tercer país, luego de Italia y Suiza, en utilizar esta tecnología⁶⁹. Nicolás Jodal, director ejecutivo de Genexus, empresa que ha desarrollado la aplicación, explicó que esta tecnología permite saber con quién estuvo en contacto una persona sin que se sepa en qué lugar sucedió, usando el bluetooth del teléfono, todo esto consumiendo menos batería que para otros usos. La alerta de exposición funciona mediante una API: una interfaz de desarrollo por medio de la cual la aplicación se puede conectar, por ejemplo, con servicios externos.⁷⁰

B. Tratamientos farmacológicos

1. La base existente antes del COVID-19

El informe ya citado de UyXXI – PEDECIBA (2019³) relevó 35 grupos de investigación académicos en Investigación y desarrollo de principios activo. Estos grupos están fundamentalmente centrados en diferentes patologías:

- Cáncer.
- Enfermedades infecciosas (bacterias, virus, protozoarios, hongos patógenos, etc).
- Enfermedades cardiovasculares.
- Patologías del sistema nervioso, enfermedades neurodegenerativas y del envejecimiento.
- Enfermedades parasitarias.
- Enfermedades y trastornos metabólicos.
- Enfermedades hereditarias, enfermedades raras y mitocondriales.

Otro aspecto importante de las investigaciones de nuevos fármacos está determinado por el proceso normal de descubrimiento de nuevas drogas e involucra las fases preclínicas y de investigación clínica. Las investigaciones en fases preclínicas (ensayos de eficacia, toxicológicos y en animales, fundamentalmente en ratones y ratas) están considerados en UyXXI-PEDECIBA (2019³) que se transcribió en la figura 2. Las instituciones involucradas en investigaciones preclínicas son fundamentalmente la Udelar y el IPM. Los laboratorios de fases preclínicas deben tener certificación de buenas prácticas de laboratorio, para que sus estudios puedan ser utilizados en el registro de productos farmacéuticos. Algo que solamente un laboratorio dentro de IPM (el Laboratorio de Biofármacos) está habilitado para hacerlo.

Para los estudios de investigación clínica, el informe UyXXI-PEDECIBA (2019³) da cuenta de una gran cantidad de médicos e instituciones que realizan fundamentalmente investigación de casos puntuales y no poblacionales o investigaciones clínicas per se. De los 196 equipos médicos que realizan algún tipo de investigación clínica y que reúne a cerca de 1.400 investigadores y médicos en investigación clínica y medicina traslacional se ha observado que sólo 36 de esos 196 equipos de médicos

67 El GUIAD-Covid-19 publica reportes de modelización matemática de la epidemia realizados por los propios investigadores, se trata de publicaciones no sometidas a revisión de pares, aunque suele haber una sección de comentarios abierta a los demás expertos del Grupo. Sitio web de [GUIAD-COVID-19](#).

68 la diaria 16 de junio 2020, "Presentaron nueva versión de la app Coronavirus UY, que incluye una alerta por exposición".

<https://ladiaria.com.uy/articulo/2020/6/presentaron-nueva-version-de-la-app-coronavirus-uy-que-incluye-una-alerta-por-exposicion/>

69 Ídem.

70 Ídem.

e investigadores realizan auténticas investigaciones poblacionales en fases I a IV de investigaciones clínicas, siendo que la gran mayoría de los equipos encontrados hacen estudios descriptivos de casos clínicos aislados y no aplican protocolos de estudios clínicos en fases.

A pesar del gran número de médicos con avidez en realizar estudios clínicos y en particular en tratamientos de enfermedades, Uruguay tiene registrados por el National Institutes of Health de los EEUU, solamente 70 estudios clínicos (incluyendo los estudios clínicos cerrados).⁷¹ Si lo comparamos con Argentina (2.811 estudios clínicos), Colombia (1.375), o Costa Rica (183), Uruguay tiene un desarrollo aún muy limitado en investigación clínica. Hay muchas razones por las que a pesar de tener una comunidad médica y de investigadores bastante numerosa, Uruguay no ha logrado incentivar estudios clínicos. Entre otras razones se destaca la lentitud en la evaluación de los protocolos de investigación clínica por parte de los Comité de Ética, que en algunos casos pueden demorarse más de 6 meses en emitir una aprobación (UyXX, 2014). Otros obstáculos que se han detectado en UyXXI-PEDECIBA (2019²) son el de disponer solamente de tres Unidades de Investigación Clínica (dos públicas en el Hospital Maciel, otra en el Hospital de Clínicas de la Udelar y otra privada en el CASMU). También hay carencias en la formación específica de investigadores clínicos y hay falta de incentivos tanto para los investigadores como para las empresas que desean realizar estudios clínicos. Así mismo, existe una escasez de funcionarios en el MSP dedicado a evaluar los protocolos de ensayos clínicos, pero fundamentalmente ha habido una falta de política pública que incentive a la investigación clínica en el país.

Lo que se observa es que algunas *start-ups* del sector farma, como por ejemplo Eolo Pharma (empresa *start-up* del IPM y acelerada por CITES en Argentina), optarían por realizar sus estudios clínicos en países con claros beneficios para realizar este tipo de estudios.⁷² Entre estos beneficios, por ejemplo, en Australia se incluye una compensación fiscal de hasta el 45% reembolsable para ciertas empresas elegibles (australianas o extranjeras) cuya facturación agregada sea inferior a AU \$ 20 millones (aprox. 13,4 millones de USD).⁷³ Esto es claramente beneficioso para *start-ups* y PyMES farmacéuticas.

Entre las empresas que desarrollan investigación clínica o servicios en este sector se destacan las siguientes (UyXXI-PEDECIBA, 2019² y UyXXI-PEDECIBA, 2020):

- Eugen
- GXP Solutions
- Clínica Gioscia Medicina del Deporte
- GERMINARUY
- Eolo Pharma
- Overtech SA
- GenLives
- Genodiagnosis
- Ardan Pharma
- Kineto Biosystems
- Nanogrowth
- Enteria

71 Listado de estudios clínicos registrados en [ClinicalTrials.gov](https://clinicaltrials.gov), dependiente del National Institutes of Health (NIH) de los Estados Unidos de América. <https://clinicaltrials.gov/ct2/search/map/click?map.x=318&map.y=402&mapw=1325>

72 Entrevista a Carlos Escande (Eolo Pharma) en SobreCienRadio Uruguay 1050 AM, <https://radiouruguay.uy/cientificos-del-institut-pasteur-logran-hito-historico/>

73 Australian Clinical Trials, Department of Industry, Innovation and Science. <https://www.australianclinicaltrials.gov.au/why-conduct-clinical-trial-australia#D>

- Cryosmetics

Hay además un grupo de empresas farmacéuticas que se dedican fundamentalmente a la producción de fármacos de baja innovación (en general genéricos o copias). Requieren de todas formas pasar por estudios clínicos de bioequivalencia y biodisponibilidad. La mayoría de las empresas del sector se agrupan en la Asociación de Laboratorios Nacionales, son 23 empresas de capitales nacionales en su mayoría. Las empresas farma multinacionales se encuentran agrupadas en otra gremial, la Cámara de Especialidades Farmacéuticas y Afines (CEFA) que reúne a 14 grandes empresas globales y que algunas de ellas poseen programas de investigación clínica en Uruguay.

2. Los desarrollos a partir del surgimiento de la pandemia

En lo que respecta a investigaciones de tratamientos farmacológicos para la COVID-19, Uruguay va a participar de un estudio clínico internacional de terapias preventivas contra el SARS-CoV-2. Uruguay se suma (junto a Argentina y Ecuador) a EPICOS (Ensayo Clínico para la Prevención de la Infección por Coronavirus en Sanitarios)⁷⁴. EPICOS es un estudio que arrancó en mayo en España desde el Ministerio de Sanidad, a través del Plan Nacional sobre el SIDA español, está dirigido a prevenir la enfermedad por coronavirus en profesionales sanitarios. Un total de 62 hospitales españoles de 13 comunidades autónomas y contará con la participación de 4.000 profesionales sanitarios. En EPICOS se comparará la eficacia preventiva de tres tratamientos: hidroxiclороquina, antirretrovirales que se utilizan para tratar la infección por VIH (emtricitabina/tenofovir disoproxil) y la combinación de ambos. El tratamiento preventivo tendrá una duración de 12 semanas aunque se realizarán análisis mensuales para evaluar la eficacia de cada opción.⁷⁵

Los Infectólogos de la Cátedra de Infectología de la Facultad de Medicina de la Udelar, ven que el gran desafío en el tratamiento es lograr identificar a través de factores clínicos o de biomarcadores como valores de IL-6, valores de dímero d, ferritina y otros⁷⁶, fenómenos predictivos de evolución del paciente. Estos marcadores los usan los clínicos para identificar los pacientes con mayor riesgo de empeorar. Existe hoy en día un score (CALL score⁷⁷) que les permite a los clínicos definir si un paciente va a requerir tratamiento con antivirales o con inmunomoduladores, y en que fase de la enfermedad. Este score tiene cuatro variables sencillas: la edad, las comorbilidades (patologías renales, cardiovasculares, hepáticas, diabetes, etc), el conteo de linfocitos, y el valor del biomarcador LDH. Si este score da de 4 a 6 puntos, la probabilidad de que ese paciente evolucione a la peoría es de menos del 10%, de 7 a 9 puntos la evolución a la peoría es de 10 al 40%, si tiene de 10 a 13 puntos, esta probabilidad es del 50%, dice el Prof. Julio Medina⁷⁸. Este score que es sencillo de aplicar permite hacer monitoreo más seguido a los pacientes de mayor riesgo y además introducir tratamientos precoces a dichos enfermos⁷⁹. Los tratamientos que se ofrecen a los pacientes al no tener ninguno el aval de la OMS y estar "en prueba" requieren del consentimiento informado del paciente. Las opciones de tratamientos, ninguna con evidencia que lo respalde, incluye la hidroxiclороquina (hoy en día desaconsejada por la OMS, pero que en Uruguay se ha llegado a aplicar a pacientes puntuales), el lopinavir/ritonavir (KaletraTM), corticoides, y el plasma de pacientes recuperados (que se verá más adelante).

74 Montevideo Portal, 13 de junio 2020, "Uruguay se unió a estudio para prevenir infección de COVID-19 en profesionales sanitarios", <https://www.montevideo.com.uy/Noticias/Uruguay-se-unio-a-estudio-para-prevenir-infeccion-de-COVID-19-en-profesionales-sanitarios-uc755557>

75 Nota de prensa del Ministerio de Sanidad de España, 8 de abril 2020, <https://www.mscbs.gob.es/gabinete/notasPrensa.do?id=4853>

76 Dr. Julio Medina (Director de la Cátedra de Enfermedades Infecciosas de la Facultad de Medicina de la Udelar), en Seminario virtual: "Escenarios epidemiológicos y capacidades de atención del sistema de salud" Canal Udelar de YouTube, 24 de abril 2020. <https://www.youtube.com/watch?v=KDG4E3u5Llc>

77 Ji et al. (2020).

78 Ídem. Dr. Julio Medina.

79 Ídem.

Por otro lado, y ahora en lo que respecta a la búsqueda de fármacos efectivos específicos, hay esfuerzos desde la biología computacional utilizando modelos fisicoquímicos que modelizan las proteínas del virus con moléculas antivirales conocidas. En Uruguay, el Laboratorio de Química Teórica y Computacional, del Instituto de Química Biológica, de la Facultad de Ciencias, Udelar, participa de una red de laboratorios de investigación de biología computacional que incluye a más de 200 investigadores principales de 34 países.⁸⁰ Este consorcio, firmó una carta de compromiso que habilita a compartir resultados y publicarlos lo antes posible para avanzar en el libre acceso a información para testear posibles medicamentos para que la comunidad internacional pueda beneficiarse de los mismos.⁸¹

Este consorcio de investigación está utilizando una modelización ya avanzada de la proteína Spike hecha en laboratorios de Estados Unidos para modelizar interacciones con diferentes candidatos de drogas. Las drogas que se están modelizando son de muy bajo costo (entre UYU 400-500 u tratamiento standard de 5 a 10 días), en relación a la droga candidata cuyo tratamiento ha mostrado cierta efectividad (el remdesivir), con un costo estimado de 4500 dólares el tratamiento. El Laboratorio utilizará la infraestructura de cómputo intensivo ClusterUY que integra el Centro Nacional de Supercomputación, una iniciativa liderada por Udelar, ANII, ANTEL (empresa pública de telecomunicaciones) y UTE (empresa pública de energía eléctrica).⁸²

Plasmaféresis

Si bien la plasmaféresis no es un tratamiento farmacológico es si un tipo de tratamiento que utilizando plasma de pacientes recuperados ha mostrado resultados alentadores en otros países. Si bien no es considerado una cura de la enfermedad se ha aplicado en pacientes en CTI en otros países y han habido casos puntuales de recuperación de pacientes. Ante la COVID-19, Uruguay ha dedicado el Hemocentro de Maldonado (dependiente de ASSE) como centro de stock de plasma de pacientes recuperados de la COVID-19. El Dr. Jorge Curbelo el Director del Hemocentro de Maldonado cuenta en una entrevista radial⁸³ a que se dedica el Hemocentro que tiene dos áreas, la asistencial y la de producción. El Hemocentro hace transfusiones de sangre, plasma y plaquetas. Abastecen a ocho instituciones públicas y privadas de la región este del país y complementa con otros Hemocentros de todo el país. El Hemocentro de Maldonado se encargará de la plasmaféresis en pacientes en cuidados intensivos. Es fundamental estimar la cantidad de anticuerpos neutralizantes que se requieren para volcar la balanza hacia la recuperación. Por el momento el Hemocentro está haciendo acopio de plasma de pacientes recuperados, y no se ha hecho aún ningún tratamiento de plasmaféresis.

No obstante, es en el Servicio Nacional de Sangre (central) de Montevideo (que depende de ASSE), que se está trabajando estrechamente con el test serológico generado en Uruguay para hacer el título de anticuerpos de los plasmas que se obtienen de pacientes recuperados. Los investigadores del IPM y de la Udelar están también trabajando en el efecto neutralizante de dichos anticuerpos. Ambos efectos, el título y que sea neutralizante, son lo que define que un plasma de un determinado paciente recuperado pueda ser eficiente o no.⁸⁴ Las variaciones pueden llegar a ser de 70 veces más título de un paciente recuperado a otro. En estos momentos se está haciendo un protocolo de aplicación para tener en cuenta los datos basados en la evidencia de la calidad de dichos plasmas, pero Uruguay aún no usó la plasmaféresis como metodología.

C. Desarrollo de vacunas

80 Programa codo a codo, Radio Uruguay 1050 AM. 28 de mayo 2020, Entrevista a la Dra. Laura Coitiño en.

<https://radiouruguay.uy/investigadores-uruguayos-estudian-la-proteina-del-sars-cov-2-para-estudio-global/>

81 Amaro y Mulholland (2020).

82 Ídem Entrevista a Laura Coitiño.

83 Programa En Perspectiva, Radiomundo 1170 AM. 15 de abril 2020. Entrevista al Dr. Jorge Curbelo,

84 Entrevista Otto Pritsch, 10 de junio 2020.

El relevamiento de grupos de investigación académicos ya mencionado (UyXXI-PEDECIBA, 2019³) informa que en Uruguay hay 12 grupos de investigación focalizados en desarrollos de vacunas. No se obtuvo información que Uruguay esté trabajando en algún candidato específico de vacuna contra la COVID-19.

Sin embargo, en una nota de prensa reciente sobre el laboratorio dirigido por el Dr. Alejandro Chabalgoity⁸⁵, se anuncia que Uruguay participará de un ensayo clínico internacional que estudiará el posible efecto protector de la vacuna BCG (bacilo Calmette-Guerin) contra la COVID-19. En el plan de vacunación de la población uruguaya la vacuna BCG es obligatoria en los primeros dos meses del nacimiento.⁸⁶

Chabalgoity estima que la vacuna BCG ha estado vinculada a efectos heterólogos o de inmunidad innata, efectos que no son específicos para la tuberculosis.⁸⁷ Afirma que se observa un descenso de la mortalidad infantil debido a la vacunación con BCG, dado que había menos muertes por sepsis e infecciones respiratorias. Estas observaciones ameritan, dice el investigador, generar un gran ensayo clínico a nivel internacional para poder generar evidencias directas relacionadas con la protección de la BCG ante la infección por la COVID-19.

"La idea es reclutar dos mil personas dentro del sistema sanitario, tanto médicos como enfermeros o personal de apoyo, que son los que están en primera línea de frontera con personal potencialmente infectado y a mil de ellos darle la vacuna del BCG y a los otros dejarlos como control".⁸⁸ Este estudio clínico posibilitará adquirir experiencia real en el proceso de autorización y habilitación de dichos estudios clínicos, algo que históricamente ha sido visto como un proceso lento y lleno de obstáculos. "Vamos a tener un manejo más eficiente de los ensayos clínicos, aceitando los mecanismos de puesta en marcha de dichos ensayos" dice Chabalgoity. En tiempos de pandemia se aceleran los procesos y se hacen más racionales.⁸⁹

Participan de este estudio clínico:

- Departamento de Desarrollo Biotecnológico - Instituto de Higiene, dirigido por el Dr. José Alejandro Chabalgoity (Facultad de Medicina, Udelar, Montevideo).
- Unidad de Investigación Clínica y Epidemiológica Montevideo (UNICEM) del Hospital de Clínicas -, Udelar. Dirigido por el Dr. Mauricio Cuello, participan en este proyecto también: Dra. Sofía Grille, (Hematóloga) y Dra. Viviana Dominguez (Farmacóloga).
- Cátedra de Enfermedades Infecciosas, dirigida por el Dr. Julio Medina, referente para este proyecto es la Dra. Victoria Frantchez (Infectóloga, / Facultad de Medicina, Udelar Montevideo).

El desarrollo de una vacuna lleva cerca de 10 años a que llegue al mercado. Una serie de estudios iniciales y desarrollos complejos en fases preclínicas y clínicas (de la I a la IV). Pero a esto hay que sumar una pre-aprobación de la OMS. En el contexto de pandemia estas etapas se achican, puede haber una pre-aprobación de la OMS a la salida de la fase clínica II. Por ejemplo, la vacuna de Astrazeneca - Oxford (basada en adenovirus) puede pasar directo de fase II (actual) al mercado.⁹⁰ Hay ejemplos de estas situaciones, por ejemplo, hay una vacuna de RNA de la empresa Moderna que nunca tuvo ensayos preclínicos en animales, pasó directo a fases clínicas en humanos. (Tung et al. ,2020). La FDA le dio la

85 la diaria. 29 de abril 2020, "Ensayo clínico evaluará científicamente si la vacuna BCG puede ayudar en la lucha contra la covid-19", Leo Lagos.

<https://ciencia.ladiaria.com.uy/articulo/2020/4/ensayo-clinico-evaluara-cientificamente-si-la-vacuna-bcg-puede-ayudar-en-la-lucha-contra-la-covid-19/>

86 Programa Nacional de Vacunas del MSP, <https://www.gub.uy/ministerio-salud-publica/comunicacion/publicaciones/vacunas>

87 Entrevista a Alejandro Chabalgoity, 8 de junio 2020.

88 Canal 4 de televisión, Programa Telenoche, 6 de mayo 2020.

89 Entrevista a Alejandro Chabalgoity, 8 de junio 2020.

90 Ídem.

aprobación para hacer la fase clínica I con el argumento de que iban a desarrollar al mismo tiempo los ensayos preclínicos. En un contexto de pandemia los desarrollos se aceleran saltando etapas o haciéndolas mucho más cortas.⁹¹

Para esta pandemia en particular, es muy acertada la visión o aproximación metodológica propuesta por el Dr. Rino Rappuoli (Líder Científico de GSK Vaccines) de vacunología reversa⁹². Esto es, partiendo de la secuencia del virus llegar a la vacuna, metodología que comparte Chabalgoity. La amplitud de la pandemia define de alguna manera la opinión de la gente y los gobiernos y la duración de este interés en ser resuelto a través de una vacuna. Los desarrolladores de vacunas deben entonces responder rápidamente antes de que el interés en resolver el problema de la pandemia decaiga. Hubo experiencias negativas de empresas que invirtieron enormemente en enfermedades de poca incidencia global (por ejemplo el ébola) y luego no obtuvieron retorno. Las enfermedades se vuelven de efecto residual siempre y cuando haya vacunas efectivas como fue el caso de la H1N1. De ahí que al inicio de la pandemia hubiera empresas que no se interesaron en desarrollar vacunas hasta no sentir la amplitud de la pandemia. Para de alguna manera acelerar los procesos de generación de vacunas se creó en Davos en 2017, el CEPI (Coalition for Epidemic Preparedness Innovations)⁹³, cuyo objetivo es el de generar plataformas rápidas de generación de vacunas pero también hacer disponible estas vacunas a toda la población mundial. Estas plataformas pueden ser útiles para cualquier enfermedad, en este caso dió lugar a los candidatos actuales de vacunas contra COVID-19. Dichas plataformas tecnológicas han logrado avanzar muy rápidamente, es un ejemplo muy claro en el caso de la vacuna de ARN, que nunca se había aplicado en humanos antes. En este sentido, gracias a CEPI, se puede entonces avanzar rápidamente en el diseño, estudio y producción de vacunas.⁹⁴ Apostar a tantas vacunas a la vez apoya la idea de tratar de hacer que las vacunas lleguen a toda la población mundial y no sea un factor limitante la disponibilidad. La COVID-19 tiene un comportamiento aparente de haber llegado para quedarse y la contención de esto requiere de vacunas.⁹⁵

Desde ALC se podrían generar candidatos específicos de vacunas contra la COVID-19, en particular en colaboración con otros países. Se requiere financiación para poder financiar la fase clínica I, la idea es combinar la inmunidad innata de la BCG con antígenos específicos de SARS-CoV-2. En estos momentos hay posibilidades reales que desde ALC se puedan generar soluciones de vacunas a nivel regional, dependiendo de los fondos que se puedan conseguir. Otra ventana de oportunidad para países como Uruguay, es de sumarse a algún estudio fase III de alguno de los candidatos de vacunas que se están manejando⁹⁶ (en el sitio web de la OMS se menciona a 10 candidatos en fases clínicas y de 126 candidatos en evaluación preclínica⁹⁷).

Para Uruguay es crítico poder disponer de una planta tipo piloto con buenas prácticas de manufactura GMP, versátil y multifuncional que permita producir vacunas para lotes experimentales, utilizando una plataforma de desarrollo de vacunas determinada. Podría haber un área de oportunidad de realizar este tipo de planta piloto en partenariatio con alguna de las empresas pharma multilatinas.

En las entrevistas que se realizaron a los actores del sector de investigación (en particular a Alejandro Chabalgoity y a Cecilia Fernández de la Udelar), se observaron algunas brechas importantes en estos desarrollos que por su monto de inversión, terminaron por no poder ser continuados en el país. Tal es el caso de pruebas piloto o experimentales de vacunas, que requieren la disponibilidad de una

91 Entrevista a Alejandro Chabalgoity por los Consultores. 8 de junio 2020.

92 Ver entrevista de Frontiers a Rino Rappuoli en Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=fIDGjBqR1GI>

93 El CEPI se lanzó en Davos 2017 como resultado de un consenso global de que se necesitaba un plan coordinado, internacional e intergubernamental para desarrollar y desplegar nuevas vacunas para prevenir futuras epidemias. <https://cepi.net/>

94 Entrevista a Alejandro Chabalgoity, 8 de junio 2020.

95 Ídem.

96 Ídem.

97 Draft landscape of COVID-19 candidate vaccines. OMS, 9 de junio 2020. <https://www.who.int/publications/m/item/draft-landscape-of-covid-19-candidate-vaccines>

planta GMP para producción de lotes experimentales o de prueba. Se puede especular que esta necesidad es común a toda la región y que sería necesario aunar esfuerzos regionales para la construcción de dicha planta. En la medida que no se pueda acceder a estas facilidades industriales está claro que América Latina no podrá generar desarrollos propios de vacunas. En tal sentido el Instituto Fiocruz de Brasil ha avanzado enormemente en desarrollos de este tipo, que en colaboración con el Instituto Butantan (que se ha asociado a una empresa china), esperan poder disponer de una vacuna para principios del 2021⁹⁸.

D. Genómica

Conocer la genómica de los virus circulantes es sumamente importante para poder tomar decisiones basadas en evidencias. Por ejemplo, en Uruguay no circula (por ahora) la mutación D614G de la proteína S (Spike)⁹⁹, que ha sido descrita como muy contagiosa, ya que se ha vuelto dominante con el tiempo, comenzando su expansión en Europa (Korber et al., 2020). Esto fue posible gracias a conocer las variantes del virus que circulan en Uruguay.

En el país se secuenciaron diez genomas de virus de pacientes que se infectaron en diferentes partes del país.¹⁰⁰ Y de ese estudio se concluye que hubo tres introducciones del virus en forma independiente, desde España, Canadá y Australia. Sobre la procedencia de Canadá, se trata de una variante que está circulando en América del Norte y Australia y que no se detectó en Asia o en Europa. La herramienta de análisis genómico es muy poderosa y permite también inferir el momento de entrada de estos diez contagiados. Se estableció la llegada del virus a Uruguay para finales de febrero, lo cual es posible que en los 15 primeros días de estar en Uruguay el virus no fue detectado, ya sea que eran casos leves o asintomáticos o que estaban desarrollando la enfermedad. Otras conclusiones que sacaron de este estudio es que los virus encontrados en Uruguay no están epidemiológicamente relacionados con los países vecinos (Argentina y Brasil).

Es fundamental continuar evaluando la genómica del virus en otros eventos de contagios importantes. Por ejemplo en los recientes picos de infectados en las ciudades de Rivera, Treinta y Tres y Cerro Largo frontera con Brasil, que se observó en la semana del 25 de mayo.

Participaron en esta investigación:

- Laboratorio de Genómica Microbiana, dirigido por el Dr. Gregorio Iraola, Institut Pasteur de Montevideo.
- Laboratorio de Virología Molecular, Dr. Gonzalo Moratorio y Dra. Pilar Moreno (Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Centro de Investigaciones Nucleares, Montevideo). Que también participan como IPM a través del Laboratorio de Evolución Experimental de Virus.

Otro grupo de investigación generó una publicación arbitrada acerca del origen natural del SARS-CoV-2 utilizando las secuencias de virus que circularon en China, vieron que el uso de codones del mismo les hacía concluir acerca de su origen natural (Tort et al., 2020).

La secuenciación del genoma viral es una herramienta muy útil para definir los linajes del virus, permitiendo seguir incluso su movilidad en la sociedad. En un informe que recopila el secuenciado de

98 Diario La República. 14 de junio 2020, "Brasil podría estar produciendo vacuna contra la Covid-19 en el primer semestre de 2021". <https://www.republica.com.uy/brasil-podria-estar-produciendo-vacuna-contra-la-covid-19-en-el-primer-semestre-de-2021-id770368/>

99 Montevideo Portal, 6 de mayo 2020, Entrevista a Gregorio Iraola. "Mutación de COVID-19 no detectada en Uruguay podría tener más capacidad de transmisión".

<https://www.montevideo.com.uy/Ciencia-y-Tecnologia/Mutacion-de-COVID-19-no-detectada-en-Uruguay-podria-tener-mas-capacidad-de-transmision-uc752017>

100 la diaria, 15 de abril 2020, "El coronavirus en Uruguay: ingresó a fines de febrero desde España y Canadá; una tercera cepa ingresó a principios de marzo desde Australia", Leo Lagos <https://ciencia.ladiaria.com.uy/articulo/2020/4/el-coronavirus-en-uruguay-ingreso-a-fines-de-febrero-desde-espana-y-canada-una-tercera-cepa-ingreso-a-principios-de-marzo-desde-australia/>

117 genomas virales hechos por varios grupos de investigación se concluye que hay al menos 23 introducciones independientes del virus en el país, 17 en Montevideo y 6 en el interior.¹⁰¹ De estas 23 introducciones identificadas, 19 no generaron transmisiones horizontales, lo que demuestra la eficiencia de las medidas de cuarentena de los viajeros y sus contactos próximos. Se indica en este informe que el "número de introducciones independientes del SARS-CoV-2, así como el número de linajes virales localmente diseminados en Uruguay descritos en el presente análisis representan una estimación mínima del número total pues sólo analizamos un porcentaje de los individuos diagnosticados". Estas secuencias representaban a la fecha del informe un 12% de los casos positivos.

Un análisis sistemático y continuo de nuevas secuencias virales tanto de casos importados como de casos locales en el Uruguay es fundamental para determinar si las nuevas infecciones son resultado de la transmisión continua horizontal de los linajes virales previamente establecidos o resultan del surgimiento de nuevos linajes virales a partir de introducciones más recientes del SARS-CoV-2 en el país.¹⁰² El potencial de esta herramienta es enorme para la epidemiología de COVID-19, como se demostró para Islandia cubriendo la secuencia viral en el 30% de las personas infectadas.¹⁰³

E. Equipamiento hospitalario específico

1. Camas CTI

En Uruguay hay 770 camas de CTI en todo el país, esta es la base de camas para tratar entre 30 y 35 mil pacientes cada año, y que tienen una estadía en CTI entre 5 y 7 días, con un aumento en el invierno.¹⁰⁴ Se estima que por encima del 85% de la ocupación de estas camas se comienzan a observar tiempos de espera y demoras, que repercuten gravemente en pacientes que deberían entrar en CTI pero no se logra ubicarlos. A los 40 días del inicio de la pandemia en Uruguay la ocupación de camas del CTI estaba en un 40%. Esto se debe a que muchas cirugías programadas se postergaron y que así se pudo bajar la ocupación de camas de CTI considerablemente.¹⁰⁵ El margen de maniobra de Uruguay para evitar demoras se ubica entre ese 40% y el hipotético 85%, lo que genera un margen importante para poder absorber la llegada de nuevos pacientes críticos.¹⁰⁶

La diferencia de los pacientes COVID-19 es que la estadía de dichos pacientes es en promedio mucho mayor (entre 15 y 20 días) que el uso normal de las camas de CTI. Esto es equivalente a decir que un paciente COVID-19 es como si fueran tres pacientes en periodos normales. De ahí que es importante lograr un máximo aislamiento social como mejor forma de prevención del contagio y una salida de la pandemia lo más programada y predecible posible.¹⁰⁷ No son sólo las camas de CTI lo que importa, también hay que tener en cuenta: espacio físico adecuado, una alta tecnología para todos los procesos de monitoreo y asistencia al paciente, los respiradores, el acceso a pruebas de laboratorio rápidas, la hemodiálisis, el acceso a imagenología, y por supuesto los recursos humanos. La situación con que

101 Informe: Estudio filogenético de las variantes de SARS-CoV-2 presentes en Uruguay durante los primeros cuatro meses de epidemia (marzo-junio de 2020). Autores: Cecilia Salazar, Ignacio Ferrés, Gregorio Iraola, Gonzalo Moratorio, Pilar Moreno, Natalia Rego, Tamara Fernandez, Lucia Spangenberg, Mariana Brandes, Luisa Berná, Camila Simoes, Fernando López-Tort, Matias Victoria, Matías Castells, Matías Salvo, Leticia Maya, Andrés Lizasoain, Estefani Bertoni, Rodney Colina, Daiana Mir, Juan Arbiza, Adriana Delfraro, Sandra Frabasile, Natalia Ramos, Ruben Pérez, Yanina Panzera, Lucía Calleros, Sofía Grecco, Claudia Techera, Eddie Fuques, Juan Cristina, José Sotelo Silveira, Pablo Smircich, Cecilia Matho, Rafael Fort, Natalia Goñi, Viviana Ramas, Leticia Cóppola, Héctor Chiparelli, Verónica Noya, Yasser Vega, Carlos Araujo, Guillermo de Souza, Arley Camargo, Elizabeth Ackermann, Lorena Luna, America Mederos, Stefani Mello, Fabiana Paula, Laura Telechea, Andrea Suarez, Verónica García, María Lavaggi, Alvaro Camargo, Gonzalo Bello y Héctor Musto. 10 de julio 2020.

102 Ídem.

103 Gudbjartsson DF et al. (2020). Spread of SARS-CoV-2 in the Icelandic Population. N. Engl. J. Med. 382:2302-2315.

104 Dr. Arturo Briva (Director de la Cátedra de Medicina Intensiva de la Facultad de Medicina de la Udelar), en Seminario virtual:

"Escenarios epidemiológicos y capacidades de atención del sistema de salud" Canal Udelar de YouTube, 24 de abril 2020.

<https://www.youtube.com/watch?v=KDG4E3u5Llc>

105 Ídem.

106 Ídem.

107 Ídem.

Uruguay se enfrenta a la pandemia es un cuerpo médico y de enfermería con elevado multiempleo, alto ausentismo por certificación médica y que está en contacto continuo con una enfermedad nueva con alto riesgo de contagio.¹⁰⁸

2. Cápsulas de aislamiento

Desde la Armada Nacional, el Dr. Gabriel Pincelli, médico de la Aviación Naval, lideró el proyecto “Cápsula COVID-19 Seguro”, que consistió en diseñar y fabricar varias cápsulas de aislamiento para transporte de pacientes en condiciones de bioseguridad.¹⁰⁹

La cápsula fue construida en PVC, con estructura auto portátil liviana, con sistema de cierre para una fácil apertura y con ventanas translúcidas para visualizar los pacientes con portales para guantes que permiten continuar trabajando en el paciente durante el traslado. Puede utilizarse en operaciones con barcos, aeronaves, ambulancias o instituciones asistenciales para aumentar la seguridad y disminuir la propagación de enfermedades, como las ocasionadas por el COVID-19.¹¹⁰

Por otro lado, las ambulancias del SAME (emergencia de ASSE) de Montevideo y la región metropolitana, cuentan con quince cápsulas herméticas de protección. En total, el SAME posee 30 de estas cápsulas de aislamiento en todo el país, y la idea es equipar también con ellas a las unidades de traslado del Interior del país.¹¹¹

ASEE recibió en donación tres ambulancias especializadas destinadas a los centros auxiliares de Castillos y Chuy (Departamento de Rocha) y al Hospital de Rocha.¹¹² Estas ambulancias tienen respiradores y cápsulas de aislamiento para un traslado de pacientes con la COVID-19. Además, otra donación se realizó en Cerro Largo, otro departamento del este del país, donde se pusieron a disposición tres ambulancias especializadas (dos para el Hospital de Melo y una para Rio Branco)¹¹³.

3. Cámaras de esterilización

Desde el sector académico se destaca la utilidad de un sistema de desinfección de ambientes, basado en la irradiación con luz ultravioleta, que fue construido en forma artesanal por Marcel Bentancor, Luis Eduardo Casas y Sabina Vidal, el cual fue publicado en la revista HardwareX (Bentancor y Vidal, 2018). El sistema fue diseñado para controlar la contaminación ambiental en cuartos de cultivo de plantas u otros organismos. Muy recientemente la publicación despertó el interés de personal asociado al sistema sanitario en Estados Unidos, quienes contactaron al grupo de académicos para pedirle asesoramiento para la construcción de estos dispositivos de bajo costo (costaría 177 dólares su fabricación, reduciéndose el costo aún más si se produce en escala) y masivamente, para ser utilizados en instalaciones hospitalarias.¹¹⁴ Los sistemas comerciales son al menos diez veces más caros. En

108 Ídem.

109 Noticia del portal del Ministerio de Defensa Nacional: “La Armada Nacional diseñó una cápsula para trasladar pacientes con Covid-19”, 6 de mayo 2020.

<http://www.armada.mil.uy/index.php/noticias/386-armada-nacional-presento-proyecto-de-capsula-para-evacuacion-y-traslado-de-pacientes-en-condiciones-de-bioseguridad>

110 Ídem.

111 Noticias del portal de ASSE: “Ambulancias del SAME cuentan con cápsulas herméticas para el traslado de pacientes COVID-19 positivos”, 19 de mayo 2020.

<https://www.asse.com.uy/contenido/Ambulancias-del-SAME-cuentan-con-capsulas-hermeticas-para-el-traslado-de-pacientes-Covid-19-positivos-12317>

112 Noticias del portal de ASSE: ASSE entregó ambulancias especializadas en Chuy, Castillos y Rocha para atender a pacientes con COVID-19., 29 de mayo 2020. <http://presidencia.gub.uy/comunicacion/comunicacionnoticias/asse-ambulancias-rocha>

113 Subrayado (Canal 10 de TV), 31 de mayo 2020, “Tres nuevas ambulancias en Cerro Largo, dos especiales para trasladar positivos Covid-19”.

<https://www.subrayado.com.uy/tres-nuevas-ambulancias-cerro-largo-dos-especiales-trasladar-positivos-covid-19-n633437>

114 la diaria, 5 de mayo 2020 Uruguay: investigación e innovación en tiempos de covid-19... y después” Judith Sutz.

<https://ciencia.ladiaria.com.uy/articulo/2020/5/uruguay-investigacion-e-innovacion-en-tiempos-de-covid-19-y-despues/>

asociación con el Dr. Horacio Failache, docente de la Facultad de Ingeniería de la Udelar, se logró generar un prototipo apto para su fabricación industrial.¹¹⁵

Este ejemplo es paradigmático, en el sentido que es “una innovación frugal”, fácilmente transferible demuestra la forma más efectiva en que se puede hacer de libre acceso una tecnología sencilla.¹¹⁶ La publicación de los descubrimientos es la forma más efectiva para que un conocimiento se haga público, y además no se generen barreras relacionadas con los derechos de propiedad intelectual.

4. Respiradores

El relevamiento de capacidades en dispositivos médicos y tecnologías de la salud realizado en UyXXI-PEDECIBA (2019³) detectó que la investigación académica cuenta con 28 Investigadores Principales (Investigadores Senior, la mitad de ellos son del Programa de Desarrollo de la Ciencias Básicas - PEDECIBA) y reúne a cerca de 200 investigadores especializados en investigación en tecnologías relacionadas con la Salud (investigadores junior y estudiantes de Maestrías y Doctorados). La mayoría de los grupos están especializados en biomecánica, imagenología, aplicaciones en cardiología y dispositivos médicos implantables.

En este informe se destaca la importancia de la articulación interdisciplinaria que caracteriza a los avances en ingeniería biomédica. Por ejemplo, entre el Hospital de Clínicas y las Facultades de Medicina y de Ingeniería de la Udelar crearon el Núcleo de Ingeniería Biomédica (NIB), dirigido por el Ing. Franco Simini, que es un grupo interdisciplinario activo en docencia, investigación y transferencia tecnológica en Ingeniería Biomédica e Informática Médica. Hay otras iniciativas similares como el Núcleo Interdisciplinario IMAGINA del Espacio Interdisciplinario de la Udelar. “Este núcleo (cuyos responsables son los Drs. Federico Lecumberry y Rossana Sapiro) se propone generar un grupo interdisciplinario que incluya, morfólogos, biofísicos, microscopistas, ingenieros, físicos, matemáticos y otros profesionales involucrados con la obtención de imágenes y en el procesamiento de señales en el sentido más amplio”¹¹⁷. Otra iniciativa similar la conforman el Centro Universitario de Investigación, Innovación y Diagnóstico Arterial (CUiiDARTE), cuyos responsables son el Dr. Daniel Bía y la Dra. Yanina Zócalo (del Departamento de Fisiología de la Facultad de Medicina de la Udelar). Este Centro coordina actividades de investigación y docencia con el Departamento de Cardiología de Facultad de Medicina y el Laboratorio Acústica Ultrasonora (LAU) de Facultad de Ciencias ambos de la Udelar.

De manera que tanto en la Facultad de Ingeniería como en la de Medicina de la Udelar se observa que hay muchos avances en este sector de Ingeniería Biomédica que ha posibilitado la aparición de diversas soluciones coordinadas para la fabricación de respiradores artificiales ante la COVID-19.

En Uruguay hay alrededor de 600 respiradores funcionales para atender pacientes en CTI.¹¹⁸ Lo que está acompasado con el número de camas de CTI (como ya se mencionó hay 770 camas). Algunas debilidades de Uruguay en este tema es que no tiene producción nacional de respiradores, hay además niveles variables del estado y condición de dichos respiradores (en reparación, service, etc), y hay además unos 100 respiradores que no están disponibles por roturas o por desactualización, éstos además tienen una gran dependencia de los fabricantes extranjeros y para los cuales en el marco de la pandemia no se pudo contar sus servicios de reparación. De ahí que la Udelar está trabajando activamente en la reparación y refuncionalización de estos equipos.¹¹⁹ También en la generación de prototipos que darán soporte ventilatorio parcial o total a los pacientes graves.

115 Ídem.

116 Ídem.

117 Ídem.

118 Ídem. Dr. Arturo Briva.

119 Ídem.

El 23 de marzo 2020, 10 días después de los primeros casos positivos, la ANII lanza un llamado para el diseño y producción de respiradores para afrontar la COVID-19, y ante la inminente escasez de respiradores a nivel global. A este llamado se presentaron 19 propuestas y la ANII seleccionó a las dos siguientes.¹²⁰

-RESPIRONE, postulado por un consorcio de empresas: Ingenca, Pensur, Tadomer SA y Note SRL.

-Respiradores Neumáticos Modulares de Emergencia (RNME) para conexiones individuales o colectivas, postulado por: Spectrum Uruguay SRL, Viviestar y la Fundación Latitud del LATU.

Las bases del llamado establecían como condición que el proyecto debía finalizar en un tiempo récord de 1 mes (o sea antes del 1 de mayo 2020) y disponer de la producción de 50 respiradores habilitables por el MSP.

Los dos proyectos ganadores son complementarios, ya que utilizan tecnologías diferentes y son aplicados a situaciones distintas siendo uno de ellos portátil. Durante abril 2020 los precios de los respiradores subieron hasta USD 80.000, cuando normalmente calían alrededor de USD 15.000.¹²¹ El llamado disponía UYU 6 millones (aprox. 134 mil dólares) para la fabricación de 50 respiradores, lo que disminuye el costo a USD 2.670 por cada respirador. Esto permitió, por un lado, un ahorro importante al MSP y, por otro, la seguridad de disponer de dichos equipos en forma inmediata.

Desde el inicio de los primeros casos en Uruguay se han generado muchas propuestas de producción de respiradores, algunos de ellos artesanales. Una de las propuestas es la de Malcon Andrioli, Guido Andrioli y Alan Mariño (estudiantes del Liceo Militar) que diseñaron lo que llamaron "Respirador Artificial para la Humanidad", un proyecto del Club de Ciencias que se incorporó a la iniciativa de los médicos Roberto Canessa y Daniel Murillo.¹²² "Una vez que termine la fase de testeo, este respirador construido con motores de aire acondicionado podrá ser fabricado en serie.

Recientemente, a raíz del Fondo generado por donaciones de empresarios y particulares (Grupo Nos Cuidamos entre Todos), que se estableció el 17 de marzo 2020, se compró equipamiento médico (100 respiradores y monitores para CTI) por un valor de USD 2 millones.¹²³ Esto permitió en lo inmediato que el Hospital de ASSE de Salto, pudiera ampliar su sección de CTI. Y se está planificando la extensión de los CTIs de varios hospitales del interior del país (Maldonado, Tacuarembó, Lavalleja, Florida, Rivera, y dos hospitales públicos de Montevideo: Hospital Maciel y Hospital Español).

El Dr. Arturo Briva (Director de la Cátedra de Medicina Intensiva de la Facultad de Medicina de la Udelar) indica que es necesario disponer de un sistema que permita incluir la evaluación de la tecnología médica que ingresa al país, la evaluación de los aspectos innovadores locales, la generación de prototipos, evaluándolos, ver si son aceptables o no para la asistencia a pacientes.¹²⁴ Es necesario mantener una calidad asistencial en salud, y al mismo tiempo preparar al equipo médico para situaciones no vividas de máximo aislamiento y seguridad del paciente y del personal médico tratante. Además de lidiar con aspectos de la soledad de los pacientes de este tipo de enfermedades que no pueden recibir a sus familiares.

120 Resolución N° 3881/020 del Directorio de ANII, 3 de abril 2020. <https://www.anii.org.uy/upcms/files/llamados/resolucion/res.-n-3881-convocatoria-desaf-o-respiradores-covid-19-.pdf>

121 Montevideo Portal. 15 de mayo 2020, "Uruguayos crearon 50 respiradores para atender a pacientes con COVID-19". <https://www.montevideo.com.uy/Noticias/Uruguayos-crearon-50-respiradores-para-atender-a-pacientes-con-COVID-19-uc752879>

122 El País, 28 de marzo 2020, "Impresión 3D: en la línea de combate contra el coronavirus", María de los Ángeles Orfila <https://www.elpais.com.uy/vida-actual/impresion-3d-linea-combate-coronavirus.html>

123 la diaria. 25 de junio 2020, "Con donación de monitores y respiradores, ASSE está ampliando su capacidad de camas de CTI". <https://salud.ladiaria.com.uy/articulo/2020/6/con-donacion-de-monitores-y-respiradores-asse-esta-ampliando-su-capacidad-de-camas-de-cti/>

124 Ídem. Dr. Arturo Briva.

5. Equipos de protección médica

a) Mascarillas quirúrgicas

La necesidad de mascarillas de calidad quirúrgica (N95) están siendo desarrolladas con textiles innovadores en un proyecto con la Escuela Universitaria Centro de Diseño de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Udelar. Se está transfiriendo la tecnología a una empresa textil pequeña para el escalado en la producción de este tipo de mascarillas.¹²⁵

Por otro lado, se creó un grupo para la producción de 1.500 mascarillas de uso quirúrgico en el marco de la Red Textil (integrada por la Udelar, empresas y fábricas textiles recuperadas, cooperativas textiles, economía social y solidaria, cooperativas, autogestionados, cuentapropistas, etc.). Estos 1.500 tapabocas son para el Hospital de Clínicas eliminando así la dificultad de conseguirlos en plaza.¹²⁶

Desde el Instituto Polo Tecnológico de Pando de la Facultad de Química de la Udelar se está desarrollando un proyecto, liderado por Helena Pardo, de un antimicrobiano nanotecnológico basado en nanopartículas de plata para aplicación en mascarillas, orientado a ser utilizado en las mascarillas quirúrgicas para personal de la salud.¹²⁷

b) Indumentaria médica

La protección del personal sanitario es prioritaria en esta pandemia. La Universidad Tecnológica (UTEC) está produciendo pantallas faciales para uso en hospitales. El objetivo es llegar a producir 5.000 máscaras faciales por impresión 3D en una primera partida. Alejandro Ferreira, Docente de la UTEC encargado de Fabricación Digital de la UTEC coordina los laboratorios de impresión 3D del país, conocida como la red de innovación abierta Lab-A.¹²⁸ Ésta reúne 100 impresoras 3D en todo el país que generarán unas 300 mascarillas faciales por día. En esta red de laboratorios de impresión 3D también está involucrada la Facultad de Odontología de la Udelar. En principio son utilizados por la clínica odontológica de la Facultad que atiende a poblaciones vulnerables¹²⁹, pero luego se extendió su producción para donar al sistema de salud.

También, la empresa Vacodir entregó 500 máscaras faciales hechas por ellos por impresión 3D, en forma de donación a diferentes Hospitales de ASSE, como el Hospital Español (donde se transformó en centro de atención pública para la COVID-19 en Montevideo, y al Instituto de Rehabilitación para el personal de las cárceles y al Hospital Maciel de ASSE.¹³⁰

Por otro lado, La Facultad de Arquitectura de la Udelar está utilizando impresoras 3D y está generando también pantallas faciales para uso en atención al público de la Intendencia de Montevideo. Se generan unas 10 pantallas faciales al día.¹³¹

125 Entrevista Cecilia Fernández, 24 de junio 2020.

126 PATIO, Boletín de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Udelar Y entrevista a Valentina Ferreira de la Cooperativa textil Andariega Hemp.

127 Entrevista a Cecilia Fernández

128 El Observador, 27 de marzo 2020, "Máscaras faciales, el insumo impreso en 3D más demandado por los hospitales uruguayos".

<https://www.elobservador.com.uy/nota/mascaras-faciales-el-insumo-impreso-en-3d-mas-demandado-por-los-hospitales-uruguayos-2020327131832>

129 Entrevista a Cecilia Fernández, 24 de junio 2020.

130 Entrevista a Mario Goldman, propietario de la empresa VACODIR, 4 de junio 2020.

131 Datos aportados por el Arq. Marcelo Payssé del Laboratorio de Fabricación Digital Montevideo (FabLab-MVD), de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Udelar.

IV. Identificación de principales barreras limitantes

Existen barreras a la innovación que están en general relacionadas con aspectos, técnicos y de capacidad financiera de los actores, aspectos burocráticos y de limitaciones legales, y por último aspectos culturales y sociales.

En un trabajo reciente de UyXXI et al. (2020) se realizó un trabajo muy completo encuestando a más de mil investigadores altamente calificados dentro del Sistema Nacional de Investigadores, que sirvió para generar insumos e identificar obstáculos para la valorización de la investigación. Del análisis de los datos de estas encuestas surge que los investigadores en Uruguay tienen, como en muchos otros países, tres visiones culturales diferentes en lo que respecta a la valorización de sus investigaciones. Por un lado, muchos investigadores, principalmente de las áreas de ingenierías, biotecnología, biología y química, apuestan “a la innovación industrial basada en la ciencia académica”. Esto es, generar resultados de investigación que apoyen la producción de nuevos productos o procesos, patentables, y de los cuales surgirá un beneficio asociado al acceso de esos productos al mercado. Por otro lado, los investigadores de los sectores de las TIC, un sector donde los desarrollos de innovación no requieren necesariamente de una intervención académica, son los propios ingenieros de las empresas capaces de generar estas innovaciones. Y finalmente, hay una tercera visión “más crítica respecto al vínculo entre ciencia, tecnología y mercado”. En esta última visión lo fundamental es que los resultados se hagan públicos con la idea de beneficiar a la sociedad en su conjunto. En este último caso, el objetivo no es generar valor económico a través de su explotación sino contribuir a generar desarrollos que resuelvan problemas sociales. Es natural que en esta última visión el principal interlocutor es el Estado, a través de diferentes Ministerios o Direcciones. Aquí, tenemos que matizar que claramente esta visión depende, para ser exitosa, de que el Estado sea permeable a las propuestas de la academia, o las valore positivamente.

Ante la crisis de la COVID-19, muchos desarrollos tecnológicos que apuntarían, por su naturaleza, a ser dirigidos por la visión de mercado, son en realidad dirigidos por una demanda fuerte del Estado. Esto ha sido muy claro desde el decreto de emergencia nacional sanitaria del 13 de marzo de 2020. El protagonismo del Estado, fundamentalmente del MSP, ha sido clave en el direccionamiento de las prioridades y la generación de demandas. La forma como se centralizaron las demandas tecnológicas en función de las diferentes escaseces da cuenta del MSP como un actor clave. Además, se le dio participación a la academia en desarrollos que fueron claves, a través de un diálogo continuo y muy fraterno entre los actores. Por lo cual, una posible barrera que en el pasado era la falta de comunicación o interacción con el MSP, eso no sólo no se dio, sino que todo lo contrario, se aceptaron vías directas de consulta entre el MSP, la academia y las empresas, sumando además instituciones de apoyo tanto en vinculación tecnológica como en financiación de la ciencia y la innovación (ANII).

Es destacable esta actitud positiva de la academia a pesar de recortes presupuestales grandes anunciados por el gobierno dos días antes de la aparición de los primeros casos positivos.¹³² Recortes de hasta el 15% en rubros de gastos e inversiones para instituciones académicas pública que dependen de estos fondos para sus programas de investigación (Udelar, IIBCE, INIA, PEDECIBA, UTEC, etc). En

¹³² Decreto 090/020: Fijación del límite máximo de ejecución presupuestal de los incisos que se determinan del Presupuesto Nacional. Ejercicio 2020. 11 de marzo 2020.

algunos casos, como por ejemplo en PEDECIBA, estos recortes lograron revertirse por la presión de los propios estudiantes.¹³³

A. Barreras técnicas y de acceso

Uruguay ha podido desarrollar sin inconvenientes desarrollos tales como los kits de diagnósticos o el plasma de pacientes recuperados, que implican poca infraestructura de plantas de producción en condiciones de buenas prácticas de manufactura (GMP por sus siglas en inglés). Se observa que no hay faltante de personal científico capacitado para poder lograrlo y además se han logrado desarrollar los kits de diagnóstico en tiempos muy cortos, totalmente fuera del promedio habitual. Andrés Abin de ATGen afirma que los desarrollos de nuevos kits de diagnóstico, que normalmente les insume 2-3 años para ponerlos a punto y en el mercado, en el contexto de COVID-19 estos tiempos se redujeron a sólo 2 meses.¹³⁴

Sin embargo, se detectó que el país tiene un faltante en las capacidades para desarrollar biofármacos y vacunas. Son aparentemente limitantes tanto en las capacidades productivas como en las de desarrollo experimental, en particular se mencionó la falta de una planta GMP para producir lotes de tamaño pequeño (pilotos) de biofármacos y vacunas.¹³⁵ De tener estas capacidades, esto hubiera permitido por ejemplo, un mayor involucramiento de investigadores en la generación de candidatos de vacunas. Otra barrera técnica que también hemos detectado es la incipiente y frágil estructura académica en torno a la investigación clínica protocolizada. De a poco, Uruguay está generando capacidades de investigación en este sector que es muy importante por ejemplo para el estudio científico de nuevas terapias o ensayos de fármacos conocidos con un segundo uso.

No se han detectado barreras técnicas relevantes en lo que respecta a la generación de métodos de diagnóstico tanto moleculares como inmunológicos, Uruguay tiene en estas dos áreas de actividad, potentes grupos de investigación, pero también tiene capacidades en el sector empresarial para absorber los desarrollos tecnológicos que se han hecho. Lo mismo sucedió con los respiradores, donde se generaron propuestas académicas acompañadas tal vez hasta de un exceso de propuestas empresariales muy variadas en complejidad. De hecho, a un llamado público de la ANII para producir respiradores, se presentaron 19 propuestas de las cuales fueron seleccionadas dos. Esto también sucede en tecnologías más sencillas aún como, por ejemplo, los materiales de protección para el personal médico o los dispositivos de toma de muestra o hisopos.

Una barrera mundial al acceso de avances tales como nuevos tratamientos farmacológicos y vacunas está en las patentes que vayan a ser solicitadas. En opinión de la ProRectora de Investigación de la Udelar, Dra. Cecilia Fernández, es necesario asegurar que las vacunas, los nuevos tratamientos, los sistemas de diagnóstico, puedan tener el más amplio acceso a la población mundial a través del avance en la ciencia abierta.¹³⁶ Hay un ambiente global que va en ese sentido desde los sectores académicos para asegurar que los avances científicos beneficien por igual a toda la población mundial, evitando repetir los sucesos que llevaron al fracaso de la vacuna del VIH para los países más pobres.¹³⁷ Hay varias iniciativas internacionales, una de ellas es desde la Academia de Ciencias de Brasil que junta también a varias academias de ciencias de América Latina y el Caribe que le enviaron ya una nota al Secretario General de la ONU exhortando a que no rijan los derechos de patentes en tratamientos y vacunas contra

133 la diaria, 16 de mayo 2020., "Hacer ciencia en tiempo de recortes, pandemia y precariedad: ¿cuánto queremos invertir en nuestros científicos?", Florencia Tomasina, Santiago Chávez, Federico Battistoni y Atilio Deana.

<https://ciencia.ladiaria.com.uy/articulo/2020/5/hacer-ciencia-en-tiempo-de-recortes-pandemia-y-precariedad-cuanto-queremos-invertir-en-nuestros-cientificos/>

134 Entrevista a Andrés Abin (ATGen), 2 de junio 2020.

135 Entrevista a Alejandro Chabalgoity, 8 de junio 2020.

136 Entrevista a Cecilia Fernández, 24 de junio 2020.

137 Ídem.

la COVID-19, por encima de las necesidades sanitarias de los países. En este sentido es que surgieron varias iniciativas de ciencia abierta y colaborativa tanto en lo relacionado a tratamientos como a diagnóstico, que tienden a disminuir barreras de acceso relacionadas a las patentes.

B. Barreras burocráticas

Tanto en lo que respecta a la habilitación de plantas de producción como al registro de productos, se observa que los procesos fueron acelerados en el marco de la pandemia. Uno de los obstáculos mayores para el lanzamiento de nuevos productos suele ser el tiempo que se demoran estas habilitaciones y registros. En el marco de la pandemia estos procesos se aceleraron de manera de obtener habilitaciones en tiempos mucho más cortos que habitualmente (2 a 3 días). Se habla que hubo habilitaciones express para todos aquellos desarrollos relacionados con la COVID-19.¹³⁸

No obstante, esa no es la situación normal. En un Informe sobre las limitantes de la valorización de la ciencia en Uruguay (Uy XXI et al., 2020) se mencionan barreras burocráticas a la innovación en Uruguay, entre ellas se destacan:

- a) demoras en la tramitación de los registros de propiedad intelectual,
- b) demoras en la firma de los convenios y los contratos entre empresas e instituciones de investigación,
- c) escaso fomento a la valorización de la investigación a través de la creación de start-ups.

Para ello, dicho informe hace varias propuestas de cambio:

- cambiar las normas administrativas que faciliten la tramitación de convenios y contratos;
- poner en práctica un régimen integral de fomento para empresas spin-off que incluya aspectos legales, económicos y estratégicos;
- aumentar la cantidad de personal en las instituciones de CTI dedicado a estas tramitaciones y sensibilizarlo sobre su importancia;
- continuar fortaleciendo la DNPI (Dirección Nacional de Propiedad Industrial) del MIEM y la reducción en las demoras en el otorgamiento de patentes y otros títulos de propiedad intelectual.

La consultoría arriba mencionada se culminó inmediatamente antes de que la pandemia de la COVID-19 llegara a Uruguay. Es claro que el efecto pandemia hizo derribar muchas de estas barreras burocráticas. Sin embargo, se observa que los desarrollos que aportaron a la COVID-19 vinieron en forma espontánea del sector académico y casi nada del sector de las *start-ups* o del emprendedurismo. Esto puede estar relacionado a que son altos los riesgos económicos de redireccionar una empresa *start-up* para un beneficio económico que se ve con un fin temporal demasiado corto o incierto.

La academia en ese sentido es mucho más versátil, porque no está sujeta a los mismos riesgos que las empresas, pero no puede llevar los avances científicos al mercado por sí sola, de allí que la presencia de empresas pequeñas a medianas que ya se dedicaban a producir y comercializar kits o productos médicos son las que estaban más ávidas de recibir las transferencias tecnológicas.

Persisten en Uruguay barreras burocráticas para la investigación clínica, es fundamental incorporar Buenas Prácticas de Investigación Clínica que sean armonizadas, consensuadas y aceptadas internacionalmente en las guías internacionales para BPC y en el documento de las Américas de BPC de la OPS. Es también fundamental que haya una nueva normativa en investigación clínica que pueda "establecer plazos perentorios y predecibles para las etapas de evaluación y aprobación que involucran a los Comités de Ética en investigación clínica institucionales, nacionales e independientes y al MSP. Dichos plazos no están establecidos claramente ni para los Comités de Ética ni para la autoridad

¹³⁸ Entrevista a Andrés Abin (ATGen), 2 de junio 2020.

sanitaria en la propuesta de normativa del MSP del año 2013¹³⁹. Un buen modelo a seguir es el de Colombia, donde se incluyeron una serie de medidas normativas que han posibilitado mejorar la investigación clínica en cambios regulatorios y en los procesos implementados de forma que permitieron crear las condiciones técnicas que son favorables para la investigación clínica en el país¹⁴⁰.

C. Barreras culturales

Otro aspecto analizado es determinar si hubo barreras culturales a las respuestas a la COVID-19. A lo largo de las diferentes entrevistas realizadas se ha observado bastante satisfacción de parte de los investigadores y empresarios acerca del acercamiento del gobierno hacia ellos para resolver diferentes aspectos de la pandemia. En este sentido se puede decir que en Uruguay, el gobierno ha seguido una política de enfrentar la COVID-19 basada en la evidencia científica. Una prueba de esto es la creación en forma muy temprana del GACH, que asesora al Presidente de la República y al Poder Ejecutivo, tanto al MSP como a la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP), en las acciones para el retorno a la nueva normalidad. El GACH es un grupo de unos 60 científicos y técnicos de alto nivel que es presidido por tres investigadores de renombre: Rafael Radi (biólogo y Presidente de la Academia Nacional de Ciencias), Fernando Paganini (matemático e integrante de la Academia Nacional de Ciencias) y Henry Cohen (médico, Presidente de la Academia Nacional de Medicina). "El GACH está integrado por una Secretaría Técnica, un Equipo Científico de Salud y un Equipo Científico de Datos. El profesor Cohen está a cargo del área de planificación de salud, asistencia y prevención, mientras que el área de modelos y ciencia de datos está coordinado por el doctor Paganini"¹⁴¹. Los subgrupos de trabajo se reúnen con una frecuencia semanal o quincenal y desarrollan informes técnicos al GACH para su revisión y posterior generación de recomendaciones al gobierno, que a través de otras reuniones en conjunto con el GACH evalúa y discute las recomendaciones generadas, que posteriormente son plasmadas en un informe que se eleva al Presidente de la República¹⁴².

Respecto a las barreras culturales a la innovación se observa que un obstáculo importante se refiere a los aspectos educativos, y particularmente a la matrícula universitaria de carreras STEM (Science, Technology, Engineering and Maths), que son a su vez las relacionadas a las innovaciones tecnológicas (ver sección V). Pero además, sigue predominando entre los investigadores una visión clásica de la investigación que no incluye la valorización de los conocimientos¹⁴³.

Esto no es uniforme, ya que depende mucho de la orientación que tienen las diferentes carreras universitarias, algunas de ellas históricamente alejadas de la actividad económica-empresarial (como es el caso de las ciencias biológicas). Otras carreras que pueden ser consideradas básicas (como la química), pero que se encuentran en Facultades que forman profesionales farmacéuticos o químicos industriales, sólo por ese entorno, han adquirido un perfil muy diferente y mucho más abierto a la valorización del conocimiento a través de la innovación.

139 Uy XXI (2014)

140 Pineda Velandia LA, Sierra Esteban FJ. Mecanismos para el fortalecimiento de la investigación clínica: la experiencia colombiana. *Rev Panam Salud Publica*. 2019;43:e70. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2019.70>

141 Montevideo Portal. 21 de mayo 2020, ¿Quiénes integran y cómo se conforma el grupo que asesora científicamente a Lacalle?. <https://www.montevideo.com.uy/Noticias/-Quienes-integran-y-como-se-conforma-el-grupo-que-asesora-cientificamente-a-Lacalle--UC753445>

142 Ídem.

143 Uy XXI et al. (2020).

V. Fuentes de financiamiento creadas tras la pandemia

Como se señaló en la capítulo I, Uruguay invierte muy poco en I+D y la mayor parte de esta inversión viene del sector público. Cuando se desglosa por área de conocimiento se observa que las ciencias naturales y exactas junto con las ciencias médicas llegan a un 23,83 % de la inversión total en I+D (ver Tabla 1, Sección I). Este porcentaje de inversión de I+D en este sector científico médico del 23,83% es mucho menor a lo que se invierte en ingeniería y tecnologías (33,93%).

En relación a la COVID-19, el gobierno creó un Fondo Coronavirus, con el fin de atender tanto los desarrollos tecnológicos que se requieran como los costos sociales de la pandemia. En un momento inicial de la pandemia este fondo se estimó por el gobierno que ascendería a 400 millones de dólares¹⁴⁴.

El 8 de abril 2020, se crea por ley el Fondo Solidario COVID-19 (Ley 19.874)¹⁴⁵, que se financia con:

- Las utilidades del ejercicio 2019 del Banco de la República Oriental del Uruguay.
- Hasta el 100% de las utilidades acumuladas al momento de la promulgación de la presente ley de la Corporación Nacional para el Desarrollo (CND, el porcentaje exacto lo definirá la OPP).
- El producido total del Impuesto Emergencia Sanitaria COVID-19, que gravará, en su totalidad, las remuneraciones y prestaciones nominales de salarios superiores a los 120 mil pesos uruguayos mensuales (aprox. 2.600 dólares), de funcionarios públicos o de funcionarios que trabajan en entidades que reciben subsidios del Estado.
- Las donaciones en dinero, tanto nacionales como extranjeras.
- Determinados fondos originados en préstamos de organismos internacionales y multilaterales de crédito.
- Las contribuciones que puedan realizar las personas públicas no estatales.

Por otro lado, la Udelar creó tempranamente (el 24 de marzo 2020) su propio Fondo COVID-19, con recursos extrapresupuestales, que empezó con 200.000 dólares (4 de abril 2020)¹⁴⁶ y que se está dotando con donaciones de individuos, instituciones y empresas. La base de este fondo es una reasignación presupuestal de fondos que estaban destinados a atender situaciones de emergencia crítica, particularmente en el plano edilicio y obras. Este fondo llegó a disponer de UYU 65 millones (aprox. 1,44 millones de dólares)¹⁴⁷. Este dinero se destinó fundamentalmente a financiar insumos para la enseñanza virtual, la compra de tablets para estudiantes que no tenían acceso a computadoras propias, la compra de insumos y reactivos para los diagnósticos de qPCR (los diagnósticos iniciales), se abrieron dos convocatorias a proyectos, uno de la Comisión Sectorial de Extensión, y otro de la CSIC con fondos muy pequeños para poder iniciar algunas propuestas de innovación que luego fueron desarrollados con fondos más importantes¹⁴⁸.

El otro fondo que se creó también tempranamente en la Udelar, es el Fondo de donaciones administrado desde la Fundación Manuel Pérez de la Facultad de Medicina de la Udelar. Y este fondo financió varias propuestas de la Facultad de Ingeniería, del Institut Pasteur de Montevideo y para la Facultad de Química. Y también se hicieron dos llamados, uno a proyectos vinculados con la genómica

144 Diario El País. 27 de marzo 2020, "El impacto de todas las medidas del gobierno por el coronavirus es de US\$ 400 millones". <https://www.elpais.com.uy/informacion/politica/impacto-todas-medidas-gobierno-coronavirus-us-millones.html>

145 Ley 19.874. Creación del Fondo Solidario COVID-19. IMPO. <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/19874-2020>

146 El Telégrafo. 4 de abril 2020, "Crearon fondo en Udelar para apoyar desarrollos para combatir el COVID-19".

147 Entrevista a Cecilia Fernández, 24 de junio 2020.

148 Ídem.

del virus y otro más general relacionados a la COVID-19¹⁴⁹. Hay unos 35 proyectos presentados (en proceso de evaluación) no sólo de la Udelar sino de otras instituciones académicas. Se espera de estos proyectos que haya interacción interinstitucional.

Lo mismo hizo el IPM, que creó un Fondo COVID-19 de emergencia, dichos fondos permitieron adelantar los desarrollos de los investigadores aportando fondos en forma inmediata.

La ANII por otro lado destinó fondos para los llamados a respiradores, al kit de diagnóstico y al kit serológico, asegurando que dichos desarrollos tengan al menos un actor empresarial cada uno de forma de garantizar la transferencia tecnológica y el consecuente escalado industrial.

Hay varias oportunidades de apuntalar sectores de desarrollo biotecnológico en el área biomédica, algunos no implican mayor inversión como es el caso de establecer una red de vigilancia epidemiológica, pero otros implican esfuerzos importantes y requieren una especial coordinación con países de la región, como es el caso de plantas de producción GMP versátil, para lotes pequeños de vacunas y biofármacos.

VI. Formación universitaria especializada

A. Estado de la situación actual

Los recursos humanos en Uruguay son altamente competitivos debido a una combinación de varios factores: la alta calidad de la capacitación básica o elemental (ver recuadro 3), técnica y universitaria y la flexibilidad y facilidad de los trabajadores uruguayos que les permite adaptarse a nuevos procesos o tecnologías de producción. La fuerza laboral uruguaya ha mostrado un aumento constante en su capacidad para dominar otros idiomas, en particular inglés y portugués.¹⁵⁰

149 Ídem.

150 Folleto informativo de Uruguay XXI. Business opportunities for Life Science Companies. Uruguay XXI.

Recuadro 3

Situación de Uruguay en materia de Educación^a

Uruguay tiene la tasa de alfabetización más alta de América Latina: 98%.
 Se imparte educación pública gratuita desde el jardín de infantes hasta la universidad.
 El 4% del PIB del país se invierte en educación.
 El 100% de los estudiantes de secundaria a la edad de 15 años ya han completado al menos tres años de inglés y dos años de informática.
 El 60% de los estudiantes universitarios trabajan y estudian al mismo tiempo.

Fuente:

^a Folleto informativo de Uruguay XXI. Business opportunities for Life Science Companies. Uruguay XXI.

Gracias al Plan Ceibal, una iniciativa promovida por el gobierno uruguayo desde el año 2007¹⁵¹, basada en el programa One Laptop Per Child (OLPC) del Massachusetts Institute of Technology (MIT), Uruguay fue el primer país del mundo en proporcionar computadoras portátiles de forma gratuita a todos los estudiantes y maestros en las escuelas públicas y de la educación secundaria pública. Este programa ha permitido al país reducir sustancialmente la brecha digital, al mismo tiempo que observar una tendencia al fortalecimiento de las STEM (Science, Technology Engineering and Mathematics) y la robótica en particular, asociadas al uso de las ceibalitas (laptop entregados a los niños y adolescentes), y a la participación de los niños y adolescentes en competencias tanto a nivel nacional como internacional en las que estudiantes de secundaria de liceos públicos han ganado prestigiosos premios.

Hay 205.948 estudiantes universitarios de carreras científico-tecnológicas (matrícula del año 2018, ver tabla 2)¹⁵². La Udelar (pública) tiene el 89,5 % de la matrícula universitaria, dejando a un segundo lugar al conjunto de las universidades privadas (5 en total): Universidad Católica, Universidad ORT, Universidad de Montevideo, Universidad de la Empresa y Universidad CLAEH. La otra Universidad pública es la Universidad Tecnológica (UTEC, que se creó en 2014) y que está de a poco creciendo en matrículas. Se ubica fundamentalmente en diferentes campus en el interior del país.

Tabla 2. Ingresos, matrícula y egresos por institución (año 2018)^a

	Ingresos	Matrícula	Egresos
	<i>valores absolutos (porcentajes)</i>		
TOTAL	35.419 (100%)	205.948 (100%)	7.969 (100%)
Universidad de la República	30.823 (85,4%)	184.230 (89,5%)	6.024 (75,6%)
Universidad Tecnológica	618 (2,0%)	1.107 (0,7%)	38 (0,5%)
Instituciones universitarias privadas	3.978 (12,6%)	20.611 (13,5%)	1.907 (23,9%)

Fuente:

^a Ingresos, matrícula y egresos por institución (año 2018).

El 82% de estos estudiantes universitarios manejan el inglés hablado y escrito, mientras que el 43% de los estudiantes manejan el idioma Portugués.

Sobre un total de egresos (tecnicaturas y universitarios) es de 10.689 para todo el país en el año 2018 (ver tabla 3), las áreas de ingenierías, salud y ciencias de la vida totalizan 4.006 egresados (o sea el 37,48 %).

¹⁵¹ Plan Ceibal. <https://www.ceibal.edu.uy/es>

¹⁵² Panorama de la Educación Terciaria 2018. MEC, Informe 2018.

B. Formación de Tecnólogos

Analizando la Tabla 3 se observa que para las Tecnicaturas predominan las áreas de conocimiento en Salud y Ciencias Sociales y del Comportamiento que juntas representan el 73,1% de los egresos (47,8% y 25,2%, respectivamente). Siete de cada 10 egresados son mujeres (71,2%). Y al visualizar el análisis por sexo y área de conocimiento, para los egresados varones se destacan Salud (38,3%), Ciencias sociales y del comportamiento (17,3%) y Servicios Personales (10,9%). Mientras que en las mujeres, la mitad de los egresos se dan en Salud (51,7%) y en segundo lugar Ciencias Sociales y del Comportamiento con un 28,5%. Es de destacar la gran cantidad de mujeres egresadas de tecnicaturas en salud, claramente enfermería y nurses, que se forman fundamentalmente en la Escuela de Enfermería de la Udelar.

A partir de 2016 se dispone de una carrera de Tecnólogo en Biotecnología en Uruguay. El Consejo de Educación Técnico Profesional y la Universidad del Trabajo del Uruguay (CETP- UTU) y el Parque Científico y Tecnológico de Pando (PCTP) poseen un Programa de “Tecnólogo en Biotecnología” en la ciudad de Pando¹⁵³. Esta nueva carrera terciaria de la Universidad del Trabajo del Uruguay (UTU) está dirigida a estudiantes egresados de la Educación Media Superior de UTU y Secundaria en sus diversas modalidades. Esta carrera busca formar talento en biotecnología y procesos de la industria química, dando oportunidad laboral a los jóvenes de la zona e insertarse en la gran cantidad de empresas que trabajan en estas temáticas y que se radican en la región (laboratorios veterinarios y de agroinsumos, la industria alimentaria, grupos farmacéuticos).

En la Universidad Tecnológica (UTEC) se ofrece una carrera de Tecnólogo en Ingeniería Biomédica de 3 años de duración en la ciudad de Fray Bentos. “El egresado de esta carrera se encargará de la planificación, ejecución y evaluación del mantenimiento de equipos biomédicos, así como de su adquisición y descarte, de acuerdo con los planes maestros de las instituciones de salud y otras relacionadas con el sector. Además, tendrá una visión general del sector de la salud desde el punto de vista tecnológico, con capacidad de diálogo interdisciplinario”¹⁵⁴.

También en la UTEC, se ofrece una carrera de Tecnólogo Químico de dos años de duración en la ciudad de Paysandú. “Esta carrera forma profesionales aptos para desempeñarse como laboratoristas llevando adelante tareas de responsabilidad en un Laboratorio de Control de Calidad de las industrias químicas y de procesamiento. Su formación se complementa con conocimientos elementales relacionados con los procesos industriales”¹⁵⁵.

C. Formación de grado y posgrado

Analizando esta Tabla 3, se observa que 8 de cada 10 egresados son de nivel Licenciatura o de grado (4-5 años de estudios universitarios)¹⁵⁶. En dichos cursos de grado, hay un neto predominio de egresadas mujeres con respecto a los varones (62,7% y 37,3%, respectivamente, tabla 3). Los títulos de posgrado representan el 25,4% de los egresos, hay un predominio de los posgrados de especialización (muy comunes en el área médica) con el 67,2%, mientras que las maestrías agrupan al 30,0% y los programas de doctorado el 2,8%¹⁵⁷. También en los posgrados siguen predominando las mujeres sobre los varones

¹⁵³ Noticias del Parque: Lanzamiento nueva carrera “Tecnólogo en Biotecnología”, 8 de octubre 2015.

<http://www.pctp.org.uy/es/noticias-del-parque/78/lanzamiento-nueva-carrera-tecnologo-en-biotecnologia>

¹⁵⁴ Información sobre la carrera de Tecnólogo de Ingeniería Biomédica de la UTEC. <https://utec.edu.uy/tecnologo-en-ingenieria-biomedica/>

¹⁵⁵ Información sobre la carrera de Tecnólogo Químico de la UTEC. <https://utec.edu.uy/tecnologo-quimico/>

¹⁵⁶ Ídem.

¹⁵⁷ Ídem.

(60,6% y 39,4% respectivamente, tabla 3)¹⁵⁸. Las áreas en las que predominan las egresadas mujeres son: Salud (26%), Educación Comercial y Administración (19,7%), Ciencias Sociales y del Comportamiento (13,5%) y Derecho (10,2%). En cambio, los egresados varones, predominan en: Educación Comercial y Administración (25,2%), Salud (13%), Ciencias Sociales y del Comportamiento (8,9%) y TICs (6,5%)¹⁵⁹(ver tabla 3).

Como observaciones generales, el país forma casi tres veces más sociólogos y psicólogos que ingenieros, y más del doble de abogados que de ingenieros.

En particular para formación de grado de Biotecnología, la Facultad de Ciencias de la Udelar tiene cuatro Licenciaturas relevantes para el área biotecnología en salud: la Licenciatura en Ciencias Biológicas, la Licenciatura en Bioquímica, la Licenciatura en Biología Humana y la Licenciatura en Física Médica.

La carrera de Licenciado de Ciencias Biológicas genera profesionales en 4 años de estudios cuya "formación consiste en el conocimiento profundo de los seres vivos, desde aspectos moleculares hasta sus relaciones evolutivas y con el medioambiente. Cuenta con formación en técnicas de laboratorio, bioinformática, modelación de sistemas biológicos y muestreo de campo".¹⁶⁰

La Licenciatura en Bioquímica es una carrera de 4 años de estudios universitarios. La "formación abarca los aspectos físicos y químicos de los seres vivos, las estructuras que los componen y sus funciones e interacciones. Cuenta con amplio conocimiento en técnicas y protocolos de laboratorio, reacciones químicas, análisis de muestras y estudio bioinformático".¹⁶¹

La carrera de Biología Humana genera profesionales que "poseen formación multidisciplinaria que abarca la biología, antropología, nutrición y medicina aplicadas a la salud humana. Su perfil se destaca en el estudio de la genética, la reproducción y las enfermedades degenerativas o infecciosas, así como de los factores ambientales con impacto en la salud humana".¹⁶²

158 Ídem.

159 Ídem.

160 Licenciatura de Ciencias Biológicas. Anuario Facultad de Ciencias 2018. División Relaciones y Actividades Culturales, Facultad de Ciencias, Udelar. ISSN: 1510.2211.

161 Licenciatura de Bioquímica. Ídem.

162 Licenciatura de Biología Humana. Ídem.

Tabla 3. Egresos de instituciones universitarias públicas y privadas por nivel académico, sexo y área de conocimiento (año 2018)^a

Área Académica	Total (%)	Nivel Académico					
		Tecnatura		Grados		Posgrados	
		varón	mujer	varón	mujer	varón	mujer
TOTAL	10.068 (100%)	433	1.072	2.540	3.924	1.072	1.648
Agricultura	309 (2,9%)	0	4	179	75	25	26
Arquitectura y Construcción	622 (5,8%)	0	0	203	384	17	18
Artes	157 (1,5%)	2	10	51	91	1	2
Bienestar	138 (1,3%)	0	10	15	106	4	3
Ciencias Biológicas y afines	243 (2,3)	0	0	60	107	23	53
Ciencias Físicas	158 (1,5%)	6	18	34	64	15	19
Ciencias Sociales y del Comportamiento	1.258 (11,8%)	75	305	145	368	139	226
Derecho	968 (9,1%)	3	4	260	654	24	23
Educación	325 (3,0%)	1	20	12	55	51	186
Educación comercial y administración	2.331 (21,8%)	21	42	687	868	312	401
Humanidades	217 (2,0%)	4	11	51	121	13	17
Industria y Producción	134 (1,3%)	2	3	17	63	25	24
Ingeniería y Profesiones	440 (4,1%)	28	4	234	82	68	24
Matemáticas y Estadística	16 (0,1%)	7	2	1	0	5	1
Medio Ambiente	14 (0,1%)	5	0	1	2	1	5
Periodismo e Información	246 (2,3%)	2	12	72	134	5	21
Salud	2.254 (21,1%)	166	554	145	612	216	561
Servicios de Seguridad	119 (1,1%)	0	0	0	0	107	12
Servicios de Transporte	0 (0,0%)	0	0	0	0	0	0
Servicios Personales	302 (2,8%)	47	15	147	93	0	0
TICs	321 (3,0%)	28	3	221	39	15	15
Veterinaria	117 (1,1%)	36	55	5	6	6	9

Fuente: ^a Extraído de Panorama de la Educación Terciaria 2018. MEC, Informe 2018.

Licenciatura en Física Médica, genera profesionales que “poseen formación para aplicar los fundamentos físicos en técnicas de diagnóstico médico, estableciendo criterios de utilización de agentes físicos en el área de la salud. Interviene en el diseño, uso y testeado de equipos que utilizan rayos X, ultrasonido, resonancia magnética, entre otros”¹⁶³. Los ingresos y egresos para dichas licenciaturas se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Ingresos y egresos por Licenciatura relacionadas a la biotecnología^a

	Ingresos	Egresos
	<i>valores absolutos</i>	
TOTAL	403	76
Ciencias Biológicas	235	37
Bioquímica	80	34
Biología Humana	55	5
Física Médica	33	0 ^b

Fuente: ^a Datos promedio de los últimos dos años relevados (2017 y 2018) extraídos del Anuario de la Facultad de Ciencias de la Udelar.

^b La Licenciatura en Física Médica es una nueva Licenciatura que aún no tiene egresados.

. MEC, Informe 2018.

D. Programas de Posgrado en Biotecnología médica

PEDECIBA, el Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA) fue creado en 1986 por un convenio entre el Poder Ejecutivo, representado por el Ministerio de Educación y Cultura y la Universidad de la República, y con la activa participación del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Entre 1993 y 1997 el CONICYT colaboró en la administración de fondos del préstamo CONICYT-BID para ciencia y tecnología. La ley de presupuesto nacional de 1995 establece al PEDECIBA como programa permanente, siendo sus objetivos centrales: a) Crear y mantener una plataforma científica capaz de apoyar el desarrollo de las Ciencias Básicas y el desarrollo tecnológico, b) Sustentar la formación de profesionales de alto nivel en las diversas disciplinas científico-técnicas. c) Participar activamente en la consolidación de la trama científica y cultural del Uruguay. Hoy en día el PEDECIBA posee cerca de 800 investigadores categorizados en 6 áreas de las ciencias: matemáticas, química, biología, física, geociencias e informática. Es un Programa de posgrados muy prestigioso en Uruguay, organizado y gestionado por pares. Tiene en la actualidad cerca de 1.000 estudiantes de Maestrías y Doctorados. Es un Programa transversal a diversas instituciones de investigación incluyendo además de la Udelar a los institutos de investigación como el INIA, el IIBCE, el CUDIM, y a las universidades privadas. Que sean relevantes a la formación de biotecnología médica, el PEDECIBA tiene Maestría y Doctorado en Biología, en Química, y una Maestría en Bioinformática.

Maestría y Doctorado de Biotecnología. Es un programa de posgrados de la Facultad de Ciencias de la Udelar. Ejemplos de cursos ofertados: Bioingeniería, Gestión de Calidad, Bioestadística, Proteínas Recombinantes, Biotecnología Vegetal, Vectores Virales, Biología Sintética, etc.

Maestría y Doctorado en Química. Es un programa de posgrados de la Facultad de Química de la Udelar.

PRO.IN.BIO, el Programa de Investigación Biomédica (PRO.IN.BIO) de la Facultad de Medicina de la Udelar es un programa basado en los fondos de la FMP (Fundación Manuel Pérez), promotora de la investigación científica en la Facultad de Medicina, tiene como objetivo fomentar la formación en el país de médicos investigadores de alto nivel científico, promoviendo las interacciones entre los sectores clínicos y básicos relacionados con la investigación biomédica.

PRO.IN.BIO brinda cursos específicos relacionados a la investigación clínica como ser: Introducción a la bioestadística, Metodología de la Investigación Clínica y Epidemiológica (MICE) y Métodos Estadísticos en Investigación Clínica y Epidemiológica (MEICE).

No hay posgrados que puedan incluir la biotecnología médica en las universidades privadas.

VII. Ecosistema emprendedor biotecnológico existente

Como se ha indicado en el capítulo de Diagnósticos y Tratamientos, es donde se espera que surjan iniciativas desde las start-ups o de spin-offs de las universidades. El ecosistema de *start ups* de Biotecnología ha venido siendo dinamizado por dos incubadoras de empresas que están ahora mismo trabajando activamente: Incubadora Khem-Bio de la Facultad de Química de la Udelar y del Institut Pasteur de Montevideo y la Incubadora CBI+I de la Universidad ORT y la UTEC. Además, las *start ups* uruguayas tienen acceso a aceleradoras argentinas (CITES y Grid Exponential), que financian con capitales ángeles los emprendimientos a cambio de una participación variable en las empresas. En general estas aceleradoras invierten en empresas start ups o spin offs basadas en un interesante portafolio de patentes o con ideas disruptivas y muy competitivas.

La ANII y la ANDE son las dos agencias que financian la creación de start-ups, con fondos para el inicio de actividades empresariales (Fondos Emprendedores Innovadores y Emprendedores Innovadores Biotecnológicos, ambos de ANII y Fondos de Capital Semilla de ANDE). Por otro lado, ANII tiene un programa de atracción de start ups de la región e internacionales que se llama "Proyecta", en el cual se apoya a las empresas a que se instalen en Uruguay buscando expandirse a la región.

El ecosistema emprendedor se apoya también en la Red de Apoyo a Futuros Empresarios (RAFE) de la ANDE y ANII, y en la que participan casi todas las instituciones públicas y privadas que fomentan el emprendedurismo. Hay además, una Asociación de Jóvenes Empresarios (AJE), que asocia a un gran número de empresas start ups y emprendedores jóvenes.

Uruguay tiene 51 *start ups* en el sector salud (dispositivos médicos, TICs en salud, diagnósticos, farma, etc)¹⁶⁴, algunas de ellas son spin-offs de universidades. De todas estas start ups muy pocas han aprovechado la pandemia para generar nuevas líneas de negocios. Se mencionan si a Aravan Labs (medio de transporte viral), Laboratorios Zurgen y Laboratorios Genotipos (dos start ups de servicios de diagnóstico molecular que han comenzado a realizar los diagnósticos de q-PCR del SARS-CoV-2).

Por otro lado, es importante destacar que no han aparecido nuevas start ups basadas específicamente en la COVID-19. Esto puede tener una explicación lógica y es que la ventana de oportunidad que brinda la COVID-19 es muy reducida en el tiempo. La incertidumbre de crear una empresa sólo para la COVID-19 es elevada y no se justifica por los tiempos de la pandemia que son más cortos que los tiempos de desarrollos empresariales.

En cambio, si es posible aprovechar la coyuntura COVID-19 por empresas ya existentes, y que vieron sus actividades disminuidas ante la crisis COVID-19. Haciendo un mínimo esfuerzo pueden reciclarse y producir insumos o servicios para esta enfermedad. Además de las ya mencionadas start ups, también fue el caso de empresas medianas a grandes como Genia, Laboratorio Biofast y ATGen (en diagnóstico del virus) y las empresas de ingeniería y de TICs que se reciclaron para producir respiradores (INGENCA, PENSUR, TADOMER SA, NOTE SRL, SPECTRUM URUGUAY SRL y Viviestar).

Por ejemplo, para las mascarillas se ha observado que empresas como ColTex (una pequeña empresa textil) ha logrado reconvertirse a producir mascarillas de calidad quirúrgica. Hay iniciativas de producción de hisopos desde Cooperativas textiles, pequeñas empresas de moldeo e inyección de plástico, y hasta de impresión en 3D.

164. Uy XXI-PEDECIBA (2020)

El Centro Tecnológico del Plástico (CTPlas), hizo un llamado a empresas para la fabricación de tubos para solución de transporte viral, también un insumo que se encuentra en escasez.

VIII. Políticas de atracción de inversión extranjera directa

La agencia de promoción de la inversión extranjera directa (IED) en Uruguay (Uruguay XXI) promociona fuertemente la instalación de industrias farmacéutica y de biotecnología médica. La base de esta promoción está en empresas extranjeras que ya han elegido Uruguay para desarrollar operaciones para toda la región.

Es así que las características propias e históricas del país: estabilidad política y económica, legislación clara y predecible en materia de atracción de la IED, exoneraciones fiscales para las empresas que eligen Uruguay, talento y calidad de vida, son los pilares de la propuesta de valor uruguaya.

Uruguay rankea primero en América Latina en los siguientes índices.¹⁶⁵

- Democracia (Economist Intelligence Unit, 2019).
- Baja corrupción (Transparency International, 2019).
- Movilidad social global (World Economic Forum, 2020).
- Prevalencia de la ley (World Justice Program, 2020).
- Desarrollo Inclusivo (World Economic Forum, 2018).
- Adopción de TICs (World Economic Forum, 2019, Uruguay forma parte del Dg - Digital 9).
- Desarrollo del gobierno electrónico (Naciones Unidas, 2018).
- Mejor lugar para vivir (Mercer, 2019).

Los esquemas de negocios más utilizados por las empresas de este sector farma y ciencias de la vida están en la ubicación de sedes regionales, centralización de los servicios administrativos, de recursos humanos y de finanzas para la región LATAM, coordinación de la cadena de suministro así como centralizar las compras para las filiales de la región.

¹⁶⁵ Brochure de promoción de IED en Uruguay 2020: Uruguay #1 business gateway in Latin America. Business opportunities for pharma. Uruguay Smart Services, Uruguay XXI.

En las diferentes plataformas de negocios que Uruguay XXI clasifica la actividad farma y ciencias de la vida, se han desarrollado diferentes empresas (algunos ejemplos) en cada una de ellas o en todas las plataformas.¹⁶⁶

- Producción: MegaLabs (multilatina de farma), Clausen (farma y biofarma), Roemmers (farma), Integer (dispositivos médicos).
- Innovación y desarrollos de nuevos productos: MegaLabs e Integer.
- Logística para distribución en la región: MegaLabs, Astrazeneca (farma y biofarma), Merck (farma y biofarma), Roche (farma y biofarma), Shimadzu (equipamiento médico).
- Plataforma comercial: MegaLabs, Abbott (farma), Merck, Roche y Shimadzu.
- Servicios compartidos (financieros, recursos humanos o administrativos): MegaLabs, Abbott, Merck y Roche.

Uruguay utiliza como fuerte forma de atracción de IED la presencia de varias zonas francas (libre de impuestos), y su legislación respecto de las inversiones de extranjeros que no las discrimina respecto de inversores nacionales.

A lo largo de los últimos 3 años PEDECIBA ha participado asesorando a Uruguay XXI en materia de potencial de I+D que hay en el país, y utilizar estos datos para atraer IED, generando varios relevamientos de oferta de I+D en diferentes áreas, incluyendo tres relevamientos para: farma y biofarma, health tech y dispositivos médicos, e investigación clínica UyXXI – PEDECIBA [2019¹], UyXXI – PEDECIBA [2019²] y UyXXI – PEDECIBA [2019³]. De estos informes se desprende que en estas áreas de estudio hay un total de 339 investigadores principales y un conjunto de 2.280 investigadores, médicos, estudiantes de posgrado (Maestrías y Doctorados). Por otro lado, Uruguay tiene una oferta de *start ups* muy interesante especialmente en biotecnología (UyXXI – PEDECIBA [2020]). Entre los focos de interés de Uruguay XXI está la atracción de empresas del sector de biotecnología médica y de investigación clínica. En instancias de diálogo con las empresas extranjeras, se pone énfasis en la calidad de los recursos humanos en investigación que el país ya posee a nivel de sus universidades y centros de investigación, de forma de atraer no sólo la instalación de actividades de dichas empresas en las plataformas que se mencionan más arriba, sino también promover la generación de proyectos a medida y a distancia, como forma previa de otras actividades empresariales. En este sentido, las empresas “target”, han sido evaluadas tanto en el relacionamiento con centros de investigación y universidades, como en las opciones de expansión al mercado LATAM, estudiando detalladamente el comportamiento de adquisiciones, patentes e innovaciones, productos en desarrollo, nichos específicos de mercado, etc.. Es entonces que este sector, que Uruguay XXI denomina Life Sciences, ha sido priorizado en estos últimos años para la atracción de IED.

¹⁶⁶ Ídem.

IX. Identificación de opciones de cooperación entre Colombia, Costa Rica y Uruguay

Las opciones de cooperación que se proponen, tienen en cuenta fortalezas que también están presentes en Costa Rica y en Colombia. En particular se podría trabajar de manera coordinada en:

- Fortalecer redes de investigación en virología, como por ejemplo la existente Virored-CYTED. En dicha red participan 21 países de Iberoamérica, incluidos Colombia, Costa Rica y Uruguay. El Dr. Juan Arbiza de la Facultad de Ciencias, Udelar, será el nuevo Coordinador de esta red¹⁶⁷ que tiene como objetivos, la formación de recursos humanos en virología y epidemiología, “desarrollar y validar metodologías para transferir que tengan en cuenta las variantes de los virus emergentes circulantes”, y realizar “estudios de epidemiología molecular y variabilidad genética, analizando el pool genético de los patógenos zoonóticos víricos en la región iberoamericana”¹⁶⁸. Participan en esta red por Colombia, el Instituto Nacional de Salud, por Costa Rica, el Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud. (INCIENSA) y por Uruguay participan: el Ministerio de Salud Pública (Departamento de Laboratorios de Salud) y la Universidad de la República (Facultad de Ciencias).
- Laboratorios de Vigilancia Epidemiológica, tanto de enfermedades en humanos como en animales (y en particular las zoonosis). Gracias a una donación de pasajeros del crucero Greg Mortimer (y que fueron recibidos y atendidos en centros de salud de Uruguay), es que junto a donaciones de Reino Unido, Francia y Estados Unidos, se pondrá en funcionamiento el Centro de Innovación en Vigilancia Epidemiológica (CIVE) con sede en el Institut Pasteur de

¹⁶⁷ Montevideo Portal. 23 de junio 2020, Profesor de Udelar coordinará una acción estratégica sobre COVID 19 en Iberoamérica.

¹⁶⁸ Red Temática de Virus Emergentes: Virored-CYTED. <http://virored-cyted.isciii.es/>

Montevideo¹⁶⁹. Esto podría incluir en un futuro a la Red de Laboratorios de Vigilancia epidemiológica nacionales que utilice las capacidades transferidas durante la pandemia de la COVID-19, y que estaban dedicadas a hacer diagnóstico del virus. La red de Vigilancia Epidemiológica nacional podría interactuar con otras redes similares que se hayan generado o ya existan en la región (en particular en Colombia y Costa Rica).

- Promover la instalación de una planta piloto versátil de producción de vacunas y biofármacos, que cumplan normas GMP. Esta es una necesidad de toda América Latina y el Caribe. De forma de que se puedan llevar adelante producciones de vacunas a nivel regional. Se podría por ejemplo buscar fondos internacionales para esta iniciativa, instalar dicho Centro de producción de vacunas y biofármacos en alguno de los tres países, con fuerte asesoramiento y participación de investigadores y empresas de los tres países. En particular, sería una oportunidad interesante para que empresas pequeñas de la región (por ejemplo, start ups o spin offs de universidades), pero también las multilatinas e internacionales puedan acceder a generar lotes para estudios clínicos fases I a III.

Es posible que puedan solicitarse fondos al BID (Bienes Públicos Regionales), la CAF, el BM, CYTED, y FOCEM.

X. Reflexiones finales: ¿Soberanía tecnológica o solución pasajera a la emergencia sanitaria?

Es muy claro que las condiciones previas o habilitantes, tanto la red de protección social del sistema social y económico, del sistema de salud como del SNI descritas en el capítulo II permitieron a Uruguay dar respuesta a la pandemia en forma adecuada de manera de mantener a raya la propagación del virus SARS-CoV-2. Se mencionó en este documento la importancia de la atención primaria tanto en

¹⁶⁹ Diario La República. 21 de junio 2020: Talvi anunció creación del Centro de Innovación en Vigilancia Epidemiológica.

policlínicas como de visitas de médicos. También la telemedicina, a través de la app CoronavirusUY, se generalizó en su uso en esta pandemia, permitiendo además de tener un control centralizado de la misma, aliviar las salas de emergencia de los hospitales.

En cuanto a los aportes desde la investigación, como se indicó en los capítulos anteriores, Uruguay tiene una base muy frágil, sin embargo, el SNI está organizado y planificado. Por un lado, esto es debido a su carácter de reciente creación e impulso. Por otro lado, a nivel presupuestal, los sucesivos gobiernos luego de la dictadura no lograron posicionar la CTI con fondos suficientes que la hubieran hecho crecer significativamente. Estas características del SNI uruguayo fueron mencionadas anteriormente.

Durante el período de la dictadura militar en Uruguay (1973-1984), el sistema de CTI fue desmantelado y, tras el regreso a la democracia, se reactivaron algunas Escuelas académicas con base histórica y se crearon otras, así como nuevos programas de apoyo a la ciencia, el cual el primero fue el PEDECIBA.

A pesar de esta fragilidad del sistema de científico, Uruguay posee una fuerte tradición en investigación biomédica, el Fundador de PEDECIBA, creado en 1986, fue un destacado médico neonatólogo; el Dr. Caldeyro Barcia¹⁷⁰. La creación del PEDECIBA podría considerarse como año cero para los desarrollos en biotecnología biomédica. Pero el área de investigación en Medicina viene de muchos años atrás, la Facultad de Medicina de la Udelar, la creación del Hospital de Clínicas, y la formación de profesionales, fundamentalmente en Obstetricia y Ginecología han dado un enorme prestigio al país. De hecho, ya en 1947, Roberto Caldeyro Barcia junto a Hermógenes Álvarez describieron las "Unidades de Montevideo"¹⁷¹ en obstetricia y que se usan mundialmente. Casi 10 años más tarde, en 1955, Caldeyro Barcia junto a Álvarez nuevamente, describieron un método para medir el efecto de las contracciones intrauterinas sobre el ritmo cardíaco fetal. De manera que este es un ejemplo de varias de las Escuelas de medicina generadas en esos años.

Por otro lado, el profesor Clemente Estable (1894-1976) fue un docente e investigador uruguayo especializado en el área de la biología celular y neurobiología. Creó el Instituto de Investigaciones Biológicas en Montevideo, que hoy lleva su nombre (el Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable - IIBCE). La Escuela de Neurociencias uruguaya surge en la década de 1950, cuando Elio García-Austt y Eduardo Migliaro fundaron el primer Laboratorio de Neurofisiología en la Facultad de Medicina de la Udelar.¹⁷² Se unieron a esta escuela una serie de investigadores médicos que impulsaron esta área desde los años 1960 y 1970, a pesar del período dictatorial que no estimulaba la actividad científica. Se destacan, por ejemplo, los grupos de investigación encabezados por Omar Trujillo, Washington Buño, Omar Macadar y Juan Antonio Roig.

La Escuela de Médicos Infectólogos, otra de las primeras Escuelas médicas de Uruguay, se origina a raíz del surgimiento de enfermedades infecciosas transmisibles que se dieron a finales del siglo XIX en Uruguay (sífilis, difteria y tuberculosis). Los infectólogos pediatras pudieron disponer de pabellones de tratamientos en los Hospitales Pereira Rossell y Pedro Visca. Se destaca en esta época el Dr. Enrique Claveaux (1890-1967). En la década de los años 1960 los Prof. Federico Salveraglio y Tabaré M. Fischer, desarrollaron un núcleo académico y asistencial en el sector de internación del Instituto de Higiene de la Facultad de Medicina de la Udelar. Surge en esos años el posgrado en Infectología de la Facultad de Medicina de la Udelar. La Infectología, y en especial el Instituto de Higiene, volvieron a tener relevancia a partir de 1983 con la epidemia del VIH-SIDA.

170 Alcides Beretta Curi. Roberto Caldeyro Barcia: el mandato de una vocación. (2006) Libro. Ed. Trilce.

171 Las "Unidades de Montevideo" en Obstetricia, que se refieren a la intensidad de las contracciones en milímetros de Mercurio por el número de contracciones en diez minutos.

172 Ana Silva y Guillermo Lamolle. Neurociencias en Uruguay, a través del relato de Ruben Budelli. (2019). Libro. Ed. Fin de Siglo.

En 1985, con el retorno a la democracia, se genera el regreso del exilio de muchos investigadores y la creación y fortalecimiento de estas escuelas. Se creó la Escuela de Biología Molecular impulsada por el Dr. Ricardo Ehrlich en 1986 y de la Escuela de Inmunología catalizada por el Dr. Alberto Nieto también en el mismo año. Esto llevó al fortalecimiento de la Sociedad Uruguaya de Bioquímica (que ya existía de antes de la dictadura) que incorporando a biólogos moleculares, pasó a llamarse Sociedad de Bioquímica y Biología Molecular de Uruguay (SBBM), ahora incluye parasitología, neurociencia, neuroquímica, biología celular, proteómica, genómica, bioquímica vegetal y otras áreas.¹⁷³ Actualmente la SBBM es una seccional dentro de la importante Sociedad Uruguaya de Biociencias (SUB).

Estos diferentes desarrollos, y en conjunto con los más nuevos, específicamente en Biología Molecular, Inmunología y Biotecnología iniciados a mediados de la década de 1980 y con la ya mencionada creación del PEDECIBA que empieza a generar Doctores en Ciencias en Uruguay, forman la línea de base para los desarrollos que Uruguay ha podido llevar adelante en esta pandemia de la COVID-19.

El relevamiento expuesto en las secciones anteriores de desarrollos técnicos locales que surgieron durante la pandemia da cuenta de un hecho que se repite en cada caso: antes de la pandemia las soluciones técnicas eran importadas, y, ante la escasez a nivel mundial, se recurrió a soluciones locales. Esto estaría revelando la existencia de capacidades locales a las que antes no se acudía. Incluso podría estar señalando algunos márgenes de soberanía tecnológica inutilizados hasta la fecha, salvo por algunos hechos aislados en la historia tecnológica y productiva de Uruguay.¹⁷⁴

El desencadenante mayor para generar soberanía tecnológica fue la interrupción casi total, señala Cecilia Pérez¹⁷⁵, de vías de comercio entre los países, y los elevados precios de lo poco que se podía importar. Estos inconvenientes del comercio fueron y siguen siendo globales, han afectado a todos los países, en algunos casos llegando a extremos como el desvío de insumos de un país a otro y hasta intentar obtener licencias de uso exclusivas de vacunas. Una aproximación más racional al problema es lograr obtener insumos a nivel local o regional enfocando en las capacidades tecnológicas propias.

Es así que una consecuencia muy destacable de esta pandemia es quizás su impacto en el fortalecimiento de capacidades propias como lo menciona Judith Sutz.¹⁷⁶

“Algunos países reconocen la importancia de contar con capacidades propias de resolución de problemas y las fomentan, abriéndoles los espacios de aprendizaje imprescindibles para que crezcan (aunque sea posible comprar resultados ya prontos en otras partes, donde dichas capacidades están más avanzadas). Hay países cuyo comportamiento es el contrario: si se puede comprar algo ya hecho que aparentemente se adapta a lo que se requiere, es mejor hacerlo que recurrir a capacidades nacionales, aunque estas existan y hayan probado su solvencia. La mirada estratégica de largo plazo versus la mirada, autodenominada pragmática, de corto plazo; la confianza en las capacidades propias versus la desconfianza o el craso desconocimiento; el ‘lo de afuera es mejor’, casi por definición, que lo que podemos hacer acá. En Uruguay ha prevalecido históricamente este último imaginario.

Podría argumentarse que no habiendo dónde comprar test, pues quienes los tienen no los venden, y lo mismo con ventiladores, máscaras e insumos varios, hubo disposición en la esfera

173 Sotelo JR (2007). The Society of Biochemistry and Molecular Biology of Uruguay (SBBM). IUBMB Life, 59(4 – 5): 219 – 220.

174 En la nota de la diaria (5 de mayo 2020, “Uruguay: investigación e innovación en tiempos de covid-19... y después”) Judith Sutz menciona algunos de estos hechos aislados en la historia de Uruguay.

<https://ciencia.ladiaria.com.uy/articulo/2020/5/uruguay-investigacion-e-innovacion-en-tiempos-de-covid-19-y-despues/>

175 la diaria, 18 de abril 2020, “El coronavirus desató una disputa entre países por productos médicos”, Cecilia Pérez. <https://ladiaria.com.uy/articulo/2020/4/el-coronavirus-desato-una-disputa-entre-paises-por-productos-medicos/>

176 Ídem la diaria, 5 de mayo 2020.

gubernamental, históricamente reacia a dirigir su confianza hacia adentro, a hacerlo *in extremis*. Creo, más bien, y por eso el calificativo de revolucionario, que lo que se está viendo es una transformación de nuestro imaginario, que se empieza a reconocer a la investigación y a la innovación nacional como un aliado del país para enfrentar sus problemas. No sólo por su alto nivel de competencia –y buena cosa es reconocerlo–, sino porque es estratégico, porque en condiciones de emergencias mundiales son demasiados los ámbitos donde los poderosos juegan primero y fundamentalmente para sí mismos, y si no se tienen capacidades propias no hay dónde buscarlas.”

Queda por saber si realmente varió ese imaginario colectivo que menciona Sutz. Sin duda es aún muy pronto para saberlo.

Como ejemplo de estas capacidades, que obviamente no surgieron hace tres meses y medio, pero que se plasmaron durante esta pandemia, fue la red de laboratorios públicos de diagnóstico en asociación estrecha entre el MSP, ASSE, Udelar, INIA y MGAP descrita en el capítulo III (sección A, 2. a) ii.). Esta red, cuya trama de base ya se venía tejiendo desde la reforma de la salud en el año 2008¹⁷⁷, instaló capacidades de recursos humanos descentralizadas, equipamiento coordinado que en el futuro puede llegar a ser de suma utilidad para futuros brotes epidémicos, tanto de enfermedades zoonóticas, o exclusivas de ganado o de humanos, siguiendo el concepto de una sólo salud (humana, animal y ambiental).¹⁷⁸

Existen serias posibilidades de que esa red se convierta en una Red de Vigilancia Sanitaria, más amplia que la existente, organizada por el MSP o desde el MGAP, que pueda responder rápida y eficientemente a cualquier otro tipo de brote viral (como el Dengue, Zika o Chikungunya, virus de la fiebre amarilla), enfermedades bacterianas para el ganado o para humanos, hasta parásitos unicelulares como la Leishmania o el trypanosoma (ya presentes en nuestro país).¹⁷⁹ Se suma a estas capacidades la instalación del Laboratorio de seguridad P3 en el predio de la sede Salto de la Universidad de la República (CENUR Litoral Norte). Este nuevo laboratorio nivel P3, como ya se mencionó, será el único laboratorio con ese nivel de bioseguridad en Uruguay que permitirá manipular y estudiar patógenos altamente peligrosos y contagiosos.

A finales del mes de junio de 2020, y como primer paso hacia esta Red de Vigilancia Sanitaria, se creó en el IPM un nuevo Centro de Innovación en Vigilancia Epidemiológica bajo el mismo paradigma de "una sola salud" en el que cooperan Udelar, INIA e IPM, buscando fortalecer y dinamizar el sistema de ciencia, tecnología e innovación nacional.¹⁸⁰

Otro ejemplo de fortalecimiento de capacidades propias yace en que ciertas estructuras regulatorias del Estado, tanto en el MSP (DLSP), como en el MGAP (DILAVE), y hasta el MVOTMA (actualmente Ministerio de Medio Ambiente a través de la Dirección Nacional de Medio Ambiente-DINAMA), se han abierto a la adopción de nuevas tecnologías. Usualmente estas Direcciones regulatorias utilizan tecnologías y metodologías cerradas. En la articulación que se dio con la academia se lograron permear en dichas estructuras la idea de propuestas y soluciones innovadoras que son optimizadas y más precisas (tecnologías abiertas sujetas a la optimización).¹⁸¹ Esta confianza en la academia se dió porque ella salvó la situación principalmente en la producción de insumos alternativos a las tecnologías cerradas comerciales disponibles.

177 Semanario El Popular, 27 de marzo 2020 “¿El SNIS está preparado para la pandemia de COVID-19?” Ida Oreggioni

178 Entrevista a Otto Pritsch, 10 de junio 2020. Los mismos conceptos los volcó Rodney Colina.

179 Entrevista a Rodney Colina, 1 de junio 2020.

180 la diaria, 25 de junio 2020, “La comunidad científica de Uruguay vuelve a dar el ejemplo ante la COVID-19”, Leo Lagos, <https://ciencia.ladiaria.com.uy/articulo/2020/6/la-comunidad-cientifica-de-uruguay-vuelve-a-dar-el-ejemplo-ante-la-covid-19/>

181 Entrevista a Otto Pritsch, 10 de junio 2020.

Como consecuencia de esta articulación público-público se observa que los servicios de salud del estado (Hospitales de ASSE) están ahora demandando nuevos servicios, por ejemplo, el Hospital Maciel solicitó al IPM asistencia para armar un laboratorio de genómica para secuenciar en forma rápida microorganismos que son responsables de infecciones nosocomiales, abriendo así la posibilidad de que científicos tengan una ubicación laboral también en ámbitos de la asistencia en salud.¹⁸²

En cuanto a la participación de asociaciones público-privadas en torno a la biotecnología médica hay limitantes en lo que las empresas estén dispuestas a adoptar. El tamaño de las empresas que pueden llegar a asociarse es limitante, son en general PyMES, con dificultades de financiación de innovaciones propias, lo que define el tipo de desarrollos a los que se puede llegar.

Es posible que pueda volver a hacerse activo un grupo de trabajo estable en torno a la biotecnología médica en base a estos avances de innovación derivados de la COVID-19. La capacidad de respuesta ante nuevas urgencias podría de esta forma acelerarse.¹⁸³ Uruguay pudo en el pasado experimentar cambios positivos en el sector biotecnológico, lo que se fue debilitando en los últimos cinco años, desde el cierre de la Asociación Uruguaya de Empresas de Biotecnología (AUDEBIO), hasta la baja de las actividades de promoción del sector por parte del llamado "Consejo de Biotecnología" que es impulsado desde el MIEM y juntaba empresarios y académicos en biotecnología. Los cinco años anteriores fueron muy dinámicos para la biotecnología en Uruguay (2010-2015), ya que gracias al impulso de estas estructuras de coordinación surgieron leyes importantes como la Ley de Biotecnología¹⁸⁴, que brinda beneficios a la producción biotecnológica local. Igualmente, en estos últimos años el MIEM ha seguido apoyando a la biotecnología a través de un decreto de exoneración fiscal, pero dejó de tener ese liderazgo en el sector como en el quinquenio 2010-2015.

Una de las consecuencias de estas colaboraciones del sector productivo con la academia es el posicionamiento de la empresa ATGen, una pequeña empresa de diagnóstico y producción de kits para diagnóstico de Uruguay. Esta empresa ha tomado mucha visibilidad por los dos kits fabricados, el de qPCR y el serológico. Otro aspecto importante de la empresa ATGen es la vinculación y apoyo con las diferentes instituciones académicas. Esto se reflejó en co-desarrollos de productos biotecnológicos con la Udelar y el IPM y en el apoyo tanto logístico como en colaboración del personal con instituciones como el IIBCE, la Universidad ORT y el INIA.

Por ejemplo, la Universidad ORT, el IIBCE y el INIA, prestaron equipos pequeños (centrífugas y PCR) y reactivos a la empresa. Una colaboración informal que permitió hacer muchos avances en los kits de diagnóstico. Docentes de la Universidad ORT apoyaron por un tiempo, y luego ATGen contrató a estudiantes avanzados de biotecnología para hacer prácticas en un entorno laboral. Se firmó un convenio con la Universidad ORT para ello. También se firmó un convenio con el IIBCE para el préstamo de equipos y prácticas de entrenamiento del uso de dicho equipamiento. Con el INIA hubo otro convenio para préstamos de equipos.¹⁸⁵ También se dio una colaboración con una empresa de software.¹⁸⁶

Es de destacar que la herramienta de Desafíos que utilizó la ANII para financiar estos proyectos de desarrollos no buscaban generar propuestas que compitieran entre sí y que ninguna cubriera la totalidad de la visión del problema, sino que esta herramienta de la ANII se orientó a generar propuestas articuladas con diversas instituciones, alineando las capacidades, para poner a disposición los insumos necesarios, y la financiación adecuados, de forma de resolver el problema en forma integral y

182 Ídem.

183 Entrevista realizada a Andrés Abin, 2 de junio 2020.

184 Ley 19.317 "Regulación de disposiciones para la promoción de la Biotecnología", promulgada el 18 de febrero de 2015. <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/19317-2015>

185 Entrevista realizada al Dr. Andrés Abin, 2 de junio 2020.

186 La empresa se denomina Genexus. El proyecto con ATGen es para generar un chat box y apoyo informático para la cadena de diagnóstico y para la web de ATGen. Por otro lado, Genexus apoyó a la Agencia la Agencia del Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información y Conocimiento (AGESIC) en la generación de la App CoronavirusUY.

rápidamente.¹⁸⁷ Esta adecuación de la herramienta a las políticas en salud es el resultado de una maduración de las políticas de CTI en Uruguay.

En Uruguay, estos procesos de transferencia tecnológica de desarrollos desde la academia así como de innovación empresarial se hubieran acelerado mucho más de tener implementado y funcionando el sistema de compras públicas innovadoras. En este sentido, el decreto N° 191/019 del MIEM¹⁸⁸, de haberse empezado a aplicar hubiera animado a muchísimas más PyMES a generar innovaciones en el marco de esta pandemia. El objetivo del “Programa de Contratación Pública para el Desarrollo” es el de “emplear regímenes y procedimientos de contratación especiales, adecuados a los objetivos de desarrollar proveedores nacionales, en particular micro, pequeñas y medianas empresas y pequeños productores agropecuarios, y de estimular el desarrollo científico-tecnológico y la innovación”.¹⁸⁹

Esta crisis demostró que hay capacidades ya instaladas en los laboratorios académicos de Uruguay, tanto en recursos humanos como capacidades tecnológicas (equipamiento y capacidad de laboratorios). Estas capacidades estaban distribuidas en diversas instituciones, por que lo hubo que generar una vinculación interinstitucional muy importante vinculando ingenieros de proteínas, médicos clínicos, inmunólogos, y de especialistas en transferencia de tecnología y registros de productos. La lección aprendida de esta experiencia es que se pueden hacer cosas muy bien y muy rápido disponiendo de las capacidades articuladas.

Se han analizado también en este documento las barreras técnicas y de acceso a las tecnologías. Uruguay ha logrado desarrollar tecnologías de diagnóstico molecular y serológicas que son claves en el manejo de la pandemia. Sin embargo, el sostén de estas tecnologías ha recaído en una única empresa de diagnóstico muy innovadora, que hacía un par de años se había separado de una farmacéutica de mediano tamaño y que no tenía muy buenas perspectivas de futuro debido a esta separación. En la dirección de ATGen hay científicos, lo que los hace naturalmente proclives a apostar por la innovación como forma de superarse económicamente. ATGen fue exitosa en los desarrollos reubicándose en una posición de relevancia en el sector de diagnóstico. Una vez más se observa como en situaciones de crisis, es mandatorio apostar por la innovación, por tecnologías novedosas que respondan en forma eficiente a problemas que se plantean desde la sociedad. Los tiempos de respuesta a la pandemia han llevado además a acortar los tiempos de desarrollo de estos productos de diagnóstico en forma considerable.

Pero, en las barreras de acceso a tecnologías se continúa observando una barrera muy importante en las tecnologías de producción de vacunas y de fármacos innovadores. La falta de infraestructura tanto pública como empresarial en esta área nos ha condicionado como país en seguir adelante con algunos desarrollos que se encuentran en fase de laboratorio, principalmente en el sector de vacunas. Lo mismo se observa con la falta de una infraestructura académica o pública (o privada-pública) dedicada a la investigación clínica. Una buena base para este tipo de investigaciones también hubiera facilitado las pruebas en campo de segundo uso de medicamentos conocidos, y hacer pruebas en fases clínicas de nuevos candidatos de fármacos. Es de destacar que en las fases iniciales del descubrimiento de drogas, Uruguay tiene capacidades de investigación muy importantes que muchas veces se enfrentan con carencias cuando llegan a ser probadas en pacientes. Esta carencia es sumamente importante corregir, tal vez a través de la generación de un ámbito que centralice, organice y busque fondos para proyectos de investigación clínica.

¹⁸⁷ Entrevista a Otto Pritsch, 10 de junio 2020. Tanto la Udelar como el IPM de hecho adelantaron dinero en estas propuestas de forma que no hubiera tiempos de espera para ponerse a trabajar en estos desarrollos. Entre ambas instituciones pusieron 35 mil USD cada una para permitir iniciar los desarrollos de los test de diagnóstico por PCR y los serológicos.

¹⁸⁸ <https://www.impo.com.uy/bases/decretos-originales/191-2019>

¹⁸⁹ Portal de Transforma Uruguay: <https://www.transformauruguay.gub.uy/es/institucional/noticia-ampliacion/quedo-reglamentado-el-subprograma-de-contratacion-publica-para-el-desarrollo-cientifico-tecnologico-y-la-innovacion>

Algo muy relevante en el sector de vacunas y fármacos son los aspectos de propiedad intelectual. En algunos casos el sistema de patentes puede llegar a ser inhibitorio de lograr que los avances lleguen a la sociedad en su conjunto. Situaciones de injusticia y discriminación hacia los más pobres fueron presentadas ya en el pasado con el acceso a las drogas innovadoras para la lucha contra el VIH-SIDA. Millones de vidas fueron perdidas por barreras impuestas por las patentes solamente en el continente africano. Desde 1996, cuando las HAARTs (sigla en inglés por Tratamientos antiretrovirales altamente activos) se empiezan a aplicar en pacientes con VIH, hasta el año 2001 en que se logra firmar las excepciones a los ADPICs (Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio, de la Organización Mundial del Comercio), el mundo presenció cómo el no acceso a medicinas efectivas generaba una de las peores catástrofes sanitarias del pasado reciente.

Las excepciones a los ADPICs se pueden aplicar ante cualquier situación de emergencia sanitaria y los países del tercer mundo podrían aplicarlos a esta pandemia en particular. A pesar de este marco legal internacional que podría aplicarse para la COVID-19, hay movimientos de algunos países hegemónicos que interponen limitantes en el acceso a los demás países, movimientos que se evidencian en la generación de compras exclusivas por países y de acuerdos con empresas para restringir el mercado a nivel nacional, etc.

Otro tipo de barreras que se analizaron son las burocráticas. En este caso la oficina de registro de productos médicos del MSP, con las insuficiencias de funcionamiento que tiene al ser una oficina con escaso personal, ha logrado generar aprobaciones de registro de productos en tiempos record. O sea, la COVID-19 ha levantado barreras burocráticas, lo mismo que también ha eliminado barreras culturales de diálogo entre sectores académico y de gobierno.

Un aspecto destacable de cómo se manejó la pandemia en Uruguay y que es paradigmático a nivel mundial, es lo que respecta a la toma de decisiones desde el gobierno basadas en evidencias de la ciencia y la medicina. Esto se logró a partir de la creación del GACH para asesorar al Presidente de la República y al Poder Ejecutivo. Este tipo de grupos asesores fueron creados en muchos países; sin embargo, en Uruguay sus recomendaciones han sido acatadas en su casi totalidad. Cuando se haga un balance de las razones para el éxito del país en el manejo de la pandemia, sin duda este factor emergerá como uno de los principales factores explicativos.

En las primeras semanas de la pandemia el gobierno había evaluado la posibilidad de importar kits de diagnóstico, traer científicos y tecnología de Corea del Sur, dado el éxito de la estrategia de testeo masivo que se llevó a cabo en ese país.¹⁹⁰ Finalmente esta opción fue descartada por el gobierno que apostó a desarrollos nacionales. Meses después se observó que esta opción por generar desarrollos nacionales fue la acertada dada la interrupción casi total de las cadenas de suministro por el corte de las rutas de comercio.

Es de destacar que hubo un cambio de actitud del nuevo gobierno del Presidente Lacalle Pou, en lo que respecta al diálogo academia – gobierno. Esto es fundamentalmente un liderazgo que se llevó a cabo desde el propio Ministro de Salud Pública, el Dr. Daniel Salinas. Algunos actores de la academia en sus entrevistas hicieron referencia a este cambio de actitud en el relacionamiento academia – MSP. En particular el MSP, era impenetrable a planteos desde el sector académico previo a la pandemia. Por lo que se puede decir que esta barrera se ha levantado eficientemente y con buenas perspectivas de poder perdurar en el periodo post pandemia, ya que es una confianza ganada.

En el documento se analizaron también las barreras de financiamiento. Se ha observado un real alineamiento entre demanda y oferta de financiación a través de una priorización muy clara que llegó a la ANII desde el MSP. Es otra de las barreras que también se podría decir tiene un componente cultural

190 Diario El Observador, 18 de agosto 2020. "Uruguay evaluó adquirir kits de Corea del Sur al comienzo de la pandemia". Juan Pablo De Marco.

fuerte y que fue levantada. Las Instituciones de investigación, tanto la Udelar como el IPM, generaron fondos específicos para responder a la generación de desarrollos tecnológicos y científicos. Y esto a pesar de la disminución presupuestal aplicada por el gobierno en el decreto de ajuste del gasto previo a la llegada de la pandemia al país (Decreto N° 09/020), y que generó uno de los varios frentes de conflicto entre la comunidad científica y el actual gobierno. Si bien en una reciente resolución el Ejecutivo da marcha atrás en la aplicación de este Decreto en la mayoría de las instituciones de investigación y de apoyo a la investigación sin autonomía como son el IIBCE, el IPM, la ANII, el PEDECIBA, la Dirección para el Desarrollo de la Ciencia y el Conocimiento (del MEC), el Instituto Antártico Uruguayo y el INIA, quedaron sin incluirse en esta excepción al recorte presupuestal el CUDIM y el PCTP.¹⁹¹ En cuanto a la Udelar, que concentra el 80% de la investigación del país, si bien el decreto no obliga a la misma, en su artículo 9° si exhorta a la Udelar y otros organismos a “adoptar en el ámbito de su competencia” el recorte de 15% de sus gastos “a fin de coadyuvar con el objetivo emprendido por el Poder Ejecutivo de disminuir el déficit fiscal”. La Udelar estimó que esa exhortación le implicaría un recorte de 450 millones de pesos y supondría “un riesgo financiero elevado” que implicaría que se vean “afectadas diversas actividades de enseñanza, investigación, extensión y asistencial de la salud” de la institución.¹⁹²

Otro frente conflictivo, fue la aprobación de la Ley de Urgencia Consideración (LUC, Ley N° 19.889) en la que las universidades públicas se vieron afectadas. En particular la Udelar emitió una declaración del Consejo Directivo Central rechazando el mecanismo utilizado de ley ómnibus y determinados artículos regresivos desde el punto de vista social.¹⁹³

El presente documento también analiza la formación especializada existente. Allí se observa que Uruguay tiene opciones de formación variadas en biotecnología médica y áreas relacionadas. Tal vez la carencia mayor aquí esté en la falta de gobernanza clara de la CTI en el país, que lleva a no poder planificar correctamente carreras prioritarias, mediante incentivos hacia dichas carreras. Si bien Uruguay ha avanzado mucho en la educación primaria y secundaria, introduciendo contenido y tecnología (a través de las ceibalitas y el Plan Ceibal), queda aún pendiente una reestructuración del sector de la educación que apunte a la inclusión social y a la igualdad de oportunidades. Las perspectivas en este aspecto son bastante negativas desde el nuevo gobierno inaugurado el 1 de marzo del 2020. La prueba inicial de estos lineamientos y actitudes se ha observado en la falta de diálogo para introducir reformas en la educación a través de la LUC, una ley sin debate parlamentario y menos aun social.

Las oportunidades empresariales en torno a la pandemia, se han discutido en función de las pocas PyMES que han dado respuesta con nuevas tecnologías y productos en el mercado. Este aspecto es altamente positivo. Sin embargo, se ha observado que no se han creado empresas nuevas basadas en avances para luchar contra la COVID-19. Y esto puede interpretarse como parte de esa incertidumbre que produce una pandemia no conocida, su extensión en el tiempo e intensidad. En desmedro de estos posibles desarrollos empresariales se destaca el reciente cierre temporal de proyectos de innovación¹⁹⁴ (proyectos de empresas y de emprendedores) por parte de la ANII, debido a las restricciones en el presupuesto (Decreto 90/020, ya mencionado) y que afecta a la CTI, que debería ser más incentivada en situaciones de crisis económica.

En cuanto a las oportunidades de atracción de IED, se sostiene que Uruguay tiene condiciones muy buenas para atraer nuevas empresas del sector biofarmacéutico y de vacunas. En tal sentido se

191 la diaria, 7 de agosto 2020. “El gobierno excluyó a algunas instituciones científicas del recorte impuesto por el Decreto 90/020”. Leo Lagos. <https://ladiaria.com.uy/articulo/2020/8/el-gobierno-excluyo-a-algunas-instituciones-cientificas-del-recorte-impuesto-por-el-decreto-90020/>

192 Ídem.

193 Portal de la Udelar, 18 de junio 2020. “Udelar lleva al Parlamento informes de grupos sobre la LUC”. <https://udelar.edu.uy/portal/2020/06/udelar-lleva-al-parlamento-informes-de-grupos-sobre-la-luc/>

194 El Observador. 17 de julio 2020. “Agencia de Innovación suspende temporalmente financiamiento”.

<https://www.elobservador.com.uy/nota/anii-corta-financiamiento-a-emprendimientos-e-innovacion-por-falta-de-fondos-2020717103257#:~:text=La%20Agencia%20Nacional%20de%20Investigaci%C3%B3n,en%20entrevista%20con%20Doble%20Click.>

propone que Uruguay XXI tenga una agenda activa de promoción de este sector basándose en empresas farmacéuticas ya instaladas (y su experiencia acumulada en Uruguay), pero también en explotar el potencial que tiene el tener una base científica numerosa y competitiva. Se abren en este sentido vías de colaboración e inversión entre países latinoamericanos y se señalan coincidencias e intereses comunes con Costa Rica y Colombia, donde se han hecho análisis similares a través de la CEPAL.

Las condiciones de emergencia sanitaria, por la forma en que impactó, de detener muchas de las actividades productivas, del comercio, de la educación y el entretenimiento, han llevado a un deterioro profundo y prolongado en la economía, que ha sacudido fundamentalmente el sector informal de la economía. La pérdida de empleo, la pérdida de ingresos de muchos trabajadores, cuentapropistas formales o informales ha generado muchas iniciativas solidarias que contrarrestan la crisis. La sociedad civil fue la primera en reaccionar a los efectos económicos en los más vulnerables. Una gama de acciones de apoyo para las personas más vulnerables comenzaron a organizarse en torno a iniciativas para ofrecer alimentos preparados y canastas con alimentos (ollapopular.uy, un localizador basado en la web para donantes de alimentos y lugares para una comida caliente gratis; canastasUY, un red que recibe donaciones y distribuye canastas de alimentos; Intersocial, una red de sindicatos, gremios de estudiantes y grupos de la sociedad civil que organizan la distribución de alimentos en los barrios más vulnerables). Desde SolidaridadUY (una plataforma virtual que reúne datos de ollas populares e iniciativas solidarias, que releva datos sobre el número de usuarios y de ollas populares), en julio 2020 se relevó 38.719 personas que acuden regularmente a las ollas populares de Montevideo¹⁹⁵, se suman además más de 10.700 personas en el resto del país.¹⁹⁶ Es un fenómeno que se da en Montevideo en mayor medida, las ollas se sostienen con trabajo voluntario y aportes de estas personas que colaboran trabajando en las mismas, además de donaciones de gremios, sindicatos, organizaciones de la sociedad civil, y de actividades de recaudación de fondos que se organizan desde las propias ollas populares. Todo esto además de los programas alimentarios de los municipios, las intendencias departamentales y el MIDES (que reparten canastas con alimentos).

A pesar del escaso gasto del gobierno para responder a los efectos sociales de la pandemia (señalados en el capítulo II sección A de este documento), se observa que los aspectos sanitarios de la pandemia están siendo controlados adecuadamente, pero no así los aspectos sociales y de empleo, que dejarán un impacto negativo fuerte en los trabajadores y el pequeño comercio e industria, de muy difícil recuperación.

La pregunta del título de esta sección queda para ser contestada. Sólo el paso del tiempo dirá si lo que generó esta pandemia en el SNI uruguayo es un punto de inflexión hacia una mayor soberanía tecnológica.

195 Informe de situación julio 2020: http://www.solidaridad.uy/relevamiento/informe_julio.pdf

196 Reportaje a Paola Beltrán (Red de Ollas Populares) en el Programa Legítima Defensa, Caras y Caretas on line, 16 de agosto 2020: <https://www.carasycaretas.com.uy/legitima-defensa-domingo-16-de-agosto/>

Bibliografía

- Amaro R. E. y Mulholland A. J. (2020), "A Community Letter Regarding Sharing Biomolecular Simulation Data for COVID-19", *Journal of Chemical Information and Modeling*, 60(6), 2653-2656 DOI: 10.1021/acs.jcim.0c00319.
- ASSE (Administración de los Servicios de Salud del Estado), DINOT (Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente-MVOTMA) y OPS-OMS (Organización Panamericana de la Salud-Organización Mundial de Salud) (2020), Construyendo una lectura territorial para la organización de los servicios de Salud de ASSE, CONVENIO Fortalecimiento de la Regionalización de ASSE (ASSE – MVOTMA- OPP – OPS/OMS). https://www.paho.org/uru/index.php?option=com_content&view=article&id=1540:construyendo-una-lectura-territorial-para-la-organizacion-de-los-servicios-de-salud-de-asse&Itemid=451
- Bentancor M. y Vidal S. (2018), "Programmable and low-cost ultraviolet room disinfection device", *HardwareX*, Volume 4, October 2018, e00046.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo) (2020), *Del confinamiento a la reapertura: consideraciones estratégicas para el reinicio de las actividades en América Latina y el Caribe en el marco de la Covid-19*, autores: Pagés C., Aclan C., Alfonso M., Arroio R., Irigoyen J.L., Mejía I., Mendieta C., Moreno S., Muelle S., Peñaherrera S., Pombo C., Regalía F., Savedo B., Stein E. y Tejerina L., IDB-MG-814, <https://publications.iadb.org/es/del-confinamiento-a-la-reapertura-consideraciones-estrategicas-para-el-reinicio-de-las-actividades-en-america-latina-y-el-caribe-en-el-marco-de-la-covid-19>
- Centro de Investigaciones Científicas (CINVE) (2020), Coronavirus y las vulnerabilidades de la Red de Protección Social en Uruguay Desde el Observatorio de Seguridad Social de Cinve Federico Caporale, Matilde Pereira, Gonzalo Zunino, Blog Observatorio de Seguridad Social de Centro de Investigaciones Científicas (Cinve), marzo 2020 <http://www.suma.org.uy/coronavirus-y-las-vulnerabilidades-de-la-red-de-proteccion-social-en-uruguay/>
- Comisión Económica para Américalatina y el Caribe (CEPAL) (2020), Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe, 2020 (LC/PUB.2020/6-P), Santiago, 2020.
- Instituto de Economía (IECON) (2020¹), Las políticas económicas y sociales frente a la expansión de la pandemia de COVID-19: aportes para el debate ,Mauricio De Rosa, Bibiana Lanzilotta, Ivone Perazzo y Andrea Vigorito, Marzo 2020, http://fcea.edu.uy/images/dto_economia/Blog/Aportes_y_an%C3%A1lisis_en_tiempos_de_coronavirus.1.pdf
- Instituto de Economía (IECON) (2020²), Coronavirus en Uruguay: medidas económicas a la talla y el aplanamiento coordinado de las curvas, Bibiana Lanzilotta, Gabriel Merlo, Gabriela Mordecki marzo 2020 http://fcea.edu.uy/images/dto_economia/Blog/Medidas_econ%C3%B3micas_a_la_talla.pdf
- Ji D., Zhang D., Xu J., Chen Z., Yang T., Zhao P., Chen G., Cheng G., Wang Y., Bi J., Tan L., Lau G. y Qi E. (2020), "Prediction for Progression Risk in Patients With COVID-19 Pneumonia: The CALL Score", *Clinical Infectious Diseases*, April 10, 2020. Oxford, Oxford University Press
- Korber B., Fischer W.M., Gnanakaran S., Yoon H., Theiler J., Abfalterer W., Foley B., Giorgi E.E., Bhattacharya T., Parker M.D., Partridge D.G., Evans C.M. y de Silva T.I., on behalf of the Sheffield COVID-19 Genomics Group, LaBranche C.C., and Montefiori D.C. (2020), "Spike mutation pipeline reveals the emergence of a more transmissible form of SARS-CoV-2", bioRxiv preprint doi: <https://doi.org/10.1101/2020.04.29.069054>. Artículo no revisado aún por pares.
- MEC (Ministerio de Educación y Cultura) (2019), *Mapeo de Instituciones y Actividades de Investigación en Uruguay*, Consultoras: Baptista B. (coord.), Scotto S. y Simón L., Dirección para el Desarrollo de la Ciencia y el Conocimiento, MEC, <https://www.gub.uy/ministerio-educacion-cultura/comunicacion/noticias/lanzamiento-base-datos-georreferenciada-ciencia-uruguay>
- Mitch L., (2020), "T cells found in coronavirus patients 'bode well' for long-term immunity", *Science*, 22 May 2020: Vol. 368, Issue 6493, pp. 809-810.

- MSP (Ministerio de Salud Pública) (10 de junio, 2020), *Informe epidemiológico COVID-19 Actualización al 10 de junio de 2020*, Departamento de Vigilancia en Salud, División Epidemiología, Dirección General de la Salud, MSP.
- MSP (Ministerio de Salud Pública) (2020), *Cuentas de Salud 2016-2017. Gasto y financiamiento de la salud en Uruguay*, Equipo de cuentas de salud, área de economía de la salud, febrero 2020.
- Pittaluga L. (2020²), "Mapeo y análisis de las políticas relevantes para la bioeconomía sostenible", Consultoría para la elaboración de la Estrategia de Bioeconomía Sostenible (EBS) de Uruguay, FAO y MGAP, Febrero 2020 (mimeo)
- Pittaluga L. (2020²), "Aportes para la elaboración de la EBS de Uruguay", Consultoría para la elaboración de la Estrategia de Bioeconomía Sostenible (EBS) de Uruguay, FAO y MGAP, Febrero 2020 (mimeo)
- OECD (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos)/The World Bank (2020), *Panorama de la Salud: Latinoamérica y el Caribe 2020*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/740f9640-es>.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) (2020), *Impacto social y económico del COVID-19 y opciones de políticas en Uruguay*, Consultores: Capurro A., Deagosto G., Ithurrealde S. y Oddone G., PNUD en Montevideo
https://www.uy.undp.org/content/uruguay/es/home/library/poverty/Impacto_social_economico_COVID_19_Uruguay.html
- Rubianes E. (2014). Capítulo VII, "Políticas públicas y reformas institucionales en el sistema de innovación de Uruguay" in libro: *Nuevas instituciones para la innovación. Prácticas y experiencias en América Latina*, Rivas G. y Rovira S. (ed.), LC/W.601, Naciones Unidas, mayo de 2014. Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Tort F., Castells M. y Cristina J. (2020), "A Comprehensive analysis of genome composition and codon usage patterns of emerging coronaviruses", *Virus Research*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2020.197976>
- Tung T. L., Andreadakis Z., Kumar A., Gómez Román R., Tollefsen S., Saville M. y Mayhew S. (2020), "The COVID-19 vaccine development landscape", *Nature Reviews*, May 2020, 19:305-06.
- Uy XXI (Uruguay XXI) y PEDECIBA (Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas) (2020), "Relevamiento de Start-ups en el sector farma-biotec", Atilio Deana
- Uy XXI (Uruguay XXI) y PEDECIBA (Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas) (2019¹), *Informe Específico: I+D+i en Farma*, Informe de circulación interna, Consultora: Diaz Dellavalle P, 9 de mayo 2019.
- Uy XXI (Uruguay XXI) (2014), *Caracterización y propuestas de mejora para la investigación clínica en Uruguay*, consultores: Zambrano B., Arroyo G. y González N., Octubre 2014.
- Uy XXI (Uruguay XXI) y PEDECIBA (Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas) (2019²), *Informe Específico: I+D+i en Investigación Clínica*, Consultor: Atilio Deana, 10 de octubre 2019.
- Uy XXI (Uruguay XXI) y PEDECIBA (Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas) (2019³), *Informe Específico: I+D+i en tecnologías y dispositivos médicos*, consultor: Atilio Deana, 31 de enero 2019.
- Uy XXI (Uruguay XXI), ANII (Agencia Nacional de Investigación e Innovación), PEDECIBA (Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas) y la SNCYT (Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología), (2020), *Mapeo de limitantes y desarrollo de propuestas para la valorización de la investigación*, consultor: Federico Vasen, Informe final de consultoría (documento de circulación interna)

Entrevistas

- Otto Pritsch (Dr.), Profesor Titular, Director del Departamento de Inmunobiología, Facultad de Medicina, Universidad de la República, e Institut Pasteur de Montevideo. 10 de junio 2020.
- Alejandro Chabalgoity (Dr.), Profesor Titular, Director del Departamento de Desarrollo Biotecnológico, Instituto de Higiene, Facultad de Medicina Universidad de la República, Montevideo. 8 de junio 2020.
- Rodney Colina (Dr.), Profesor Titular, Director del Laboratorio de Virología Molecular, Centro Universitario Regional Litoral Norte Universidad de la República, Salto. 1 de junio 2020.

Pilar Moreno (Dra), Profesora Adjunta, Laboratorio de Virología Molecular, Facultad de Ciencias, Centro de Investigaciones Nucleares, Universidad de la República, Montevideo. 27 de mayo 2020.

Juan Andrés Abín (Dr.), Socio Fundador de ATGen, 2 de junio 2020.

Cecilia Fernández (Dr.), Profesora Titular, ProRectora de Investigación de la Udelar. 24 de junio 2020.

Mario Goldman, propietario de la empresa VACODIR, 4 de junio 2020.