

Las complejas relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad: dilemas a propósito de la epidemia de COVID-19

Rosalba Casas

Después de la Segunda Guerra Mundial y tras los efectos de la explosión de las bombas atómicas en Nagasaki e Hiroshima, para cuyo desarrollo el proyecto Manhattan estrechó las alianzas entre gobierno, industria y academia, los científicos en una toma de conciencia con respecto a las influencias de la política en la ciencia, clamaron por libertad para realizar sus investigaciones desinteresadamente y plantearon que el papel de los gobiernos debía circunscribirse a proporcionar los medios suficientes para esas actividades. A partir de entonces, una de las racionalidades que ha influido en forma importante durante muchas décadas, tanto en las comunidades científicas como en las políticas de los gobiernos es que, una vez generada la investigación básica, en el largo plazo vendrían las etapas experimentales y las aplicaciones del conocimiento. Uno de los documentos que contribuyó a la difusión de esas ideas fue el Informe Valdemar Bush al presidente Roosevelt en 1945 (Bush, 1999) el cual argumentó que la investigación básica es esencial en todo Estado moderno para el logro de sus objetivos; enfatizó la trayectoria lineal en la generación del conocimiento, la preservación de la autonomía de la comunidad científica y una visión sobre las bondades de la ciencia (Dagnino, 1999; Jamisón, 1999; Salomon, 1999).

Esta perspectiva, que se expandió a nivel mundial y estuvo en la base de los esfuerzos por diseñar políticas de ciencia y tecnología en los países desarrollados, fue transferida a los países en desarrollo —en particular a los latinoamericanos que iniciaban la conformación de sus capacidades de ciencia y tecnología entre 1950 y 1960— constituyendo el imaginario del papel de la ciencia en amplios espacios de las comunidades científicas en el mundo desarrollado y en desarrollo. Como lo sostiene Brooks (1998), estas ideas tienen sus raíces en el debate entre Bernal y Polanyi, ocurrido en Gran Bretaña entre 1930-1950. El debate concernía a “qué tan factible y deseable es planear la agenda de la ciencia y tecnología nacionales en términos de objetivos explícitos sociales y económicos”. Brooks afirma que mientras Polanyi sostenía la necesaria autonomía y gobernanza de la comunidad científica, Bernal, en cambio, argumentaba sobre las grandes ineficiencias de la autonomía de la ciencia, por lo que sus beneficios para la sociedad deberían ser públicamente discutidos y debatidos (Brooks, 1998: 12).

Estas inquietudes sobre las articulaciones entre ciencia y sociedad dieron lugar al campo de los estudios sociales de ciencia y tecnología (CST), también conocido como ciencia, tecnología y sociedad (CTS). El argumento central en el que se sostiene este campo es que las ciencias —entendidas en una denominación amplia que incluye a las naturales, exactas, sociales y las humanidades—, consideradas como sistemas de conocimiento, constituyen un fenómeno social e histórico y no un mundo aparte. Su desarrollo se explica por factores sociales y hay que desentrañar los intereses sociales, económicos, culturales y/o políticos que intervienen tanto en la generación como en la aplicación del conocimiento científico. Los factores contextuales y la influencia de diversos intereses se manifiestan en los productos generados por la ciencia y, al mismo tiempo, la generación de conocimientos trae consigo productos, procesos, modelos, ideas que influyen de manera positiva o negativa en la sociedad, en sus posibilidades de inclusión social, así como en los modelos productivos y el medio ambiente. Se trata de un área distintiva de conocimiento en ciencias humanas y sociales que, desde la década de los cincuenta, como lo sostuvieron Michael Polanyi, Raymond Aron, Hannah Arendt (Aronova, 2012), ha contribuido a analizar que la ciencia es un fenómeno social e histórico y no un mundo aparte; a desentrañar los inte-

reses sociales, económicos, culturales y/o políticos que influyen tanto en la generación como en la aplicación de conocimiento científico; y a demostrar que entre ciencia y sociedad hay una relación interactiva.

En la región latinoamericana, la relación entre conocimiento y bienestar —inclusión social— ha sido una preocupación desde los inicios del campo CTS en la década de los sesenta, y en el presente siglo se ha intensificado dados los altos niveles de pobreza y desigualdad que caracterizan a la población de esta región. Lo anterior nos lleva a sostener, junto a Salomon (2001), que los argumentos sobre el aislamiento y la autonomía de la ciencia son cada vez menos sostenibles, por lo que la elección de las orientaciones de la CYT no es solo una decisión técnica, sino de compromiso y responsabilidad social. Estas ideas han llevado a la difusión de conceptos como el de investigación social y ambientalmente responsable (Gibbons *et al.*, 1994; Salomon, 2001).

Estos argumentos introductorios tienen como propósito situar la reflexión sobre el papel de la ciencia y la tecnología frente a la pandemia de COVID-19 e identificar los debates y dilemas respecto al desarrollo y aplicación de conocimientos para atenderla. Esta epidemia está siendo un acelerador de cambios en las formas de generar conocimiento, en el carácter de este, en su organización y en los aspectos legales para su utilización, así como en las políticas de ciencia y tecnología que requieren los países, en particular el nuestro, para que ciencia y tecnología influyan en las agendas políticas y contribuyan a generar respuestas y cambios ante problemas públicos de interés social. Un aspecto que se ha hecho central durante 2020 es que enfrentar al COVID-19 implica contar con capacidades sólidas de ciencia y tecnología y que el conocimiento es central para generar procesos sociales de respuesta. Una de las preguntas que surge es si esta crisis sanitaria será generadora de grandes cambios en la esfera del conocimiento científico y tecnológico y en la de las políticas al respecto, particularmente en nuestro país. Es decir, si se obtendrán aprendizajes y se construirán nuevos planteamientos hacia una articulación que permita que la sociedad se beneficie de los conocimientos generados y que se orienten las capacidades a las demandas de conocimiento con el objetivo de lograr un desarrollo sostenible.

La actual pandemia por COVID-19, que ha afectado de manera similar a los países del Norte como los del Sur global, ha generado un sin fin de preguntas: ¿Será la hora de la ciencia y la tecnología para los países en desarrollo como México, dado que estas actividades están en el centro de la solución para sostener procesos sociales de respuesta a la epidemia?, ¿esta crisis generará cambios en las formas de organización de la investigación y de las políticas de ciencia, tecnología e innovación en nuestro país?, ¿permitirá sacar aprendizajes para promover una nueva racionalidad de una ciencia y tecnología en beneficio de la sociedad? Asimismo, el fenómeno nos hace retomar debates no resueltos acerca de la libertad de investigación que ha servido para defender que la ciencia no sea guiada por intereses extra científicos que podrían pervertirla; la definición de estrategias en las políticas que vayan más allá de la curiosidad científica y contemplen los problemas de nuestras sociedades; la evaluación del trabajo científico que deberá estimular la colaboración y la coordinación de esfuerzos y la pertinencia y relevancia social del conocimiento por sobre el reconocimiento personal.

En los siguientes apartados sistematizamos algunas de las tendencias y dilemas que se observan y que son interés para el campo CTS, ya que la crisis que vivimos abre y refuerza líneas de investigación que se han venido considerando.

La pandemia COVID-19 es un problema social, no solo sanitario

El COVID-19 afecta por igual a países desarrollados como en desarrollo, del Norte y del Sur, y aunque inició en China, se expandió por Asia y Europa y llegó al mundo en desarrollo al final. Lo que ha mostrado la experiencia es que ha golpeado de manera más intensa a poblaciones vulnerables, ya sea a los grupos de mayor edad, a los que se encuentran en situación de pobreza, a países con densidad de población alta, así como a grupos sociales que no han podido responder al confinamiento con distancia social, ni suspender temporalmente los trabajos por depender de ellos para su sustento diario. Estas situaciones sociales tan diversas, donde lo sanitario se combina con

las condiciones sociales, requieren respuestas diferenciadas sostenidas en conocimiento que consideren los determinantes sociales de la salud en diferentes realidades, y este conocimiento es precisamente el que se genera en la investigación social.

El énfasis que los gobiernos han puesto en esta epidemia ha sido en campos del conocimiento en los que se visualiza la posibilidad de contar con insumos para el tratamiento y la prevención del virus, como medicina, virología, infectología y epidemiología. Las ciencias sociales, en general, han tenido poca visibilidad en los procesos de diseño de las estrategias de política aplicadas, siendo que se trata de campos que resultan indispensables para hacer efectivas las estrategias y políticas de contención y mitigación de la enfermedad. Las ciencias sociales son las que permitirán generar condiciones para “(sobre) vivir juntos”, en la medida en que sean consideradas las diferentes condiciones de vulnerabilidad, pobreza y desigualdades en los países y regiones; en la medida en que se contemple la forma de introducir medidas de acuerdo con los principios de sociedades democráticas; que no se atente contra la privacidad de la vida al pensar en la introducción de ciertas tecnologías; que se consideren las inequidades, los problemas de género y violencia social en las acciones de confinamiento; que se intervenga sobre el exceso de información científica o seudocientífica que circula por las redes sociales para actuar sobre los impactos psicológicos; que se considere el efecto que el trabajo desde casa o la educación virtual tienen en las formas de organización de las familias; y los procesos de marginación, rechazo y racismo que genera la población infectada o enferma por el virus. Es decir, las ciencias sociales, al igual que las biomédicas, proveen conocimientos para hacer frente a la pandemia, y esta perspectiva aún no ha sido asumida por los tomadores de decisiones en las estrategias que se han puesto en marcha. Además, es preciso resaltar que nuestras disciplinas se conciben a sí mismas como generadoras de conocimiento posterior a la ocurrencia del fenómeno para entender sus impactos, cuando su relevancia radica también en generar propuestas sustentadas en conocimiento para incidir durante el mismo desarrollo de la epidemia.

Nuevas formas de organización y producción de conocimientos

La pandemia por COVID-19 o SARS-COV-2 se ha convertido en una demanda social urgente de conocimientos, lo que está generando cambios en las formas de organización y producción de conocimiento y en la manera como se estructura la investigación (Whitley, 1974); tendencias que ya se venían observando en diferentes realidades —dando lugar a conceptos como el del Modo 2 de producción de conocimiento (Gibbons *et al.*, 1994)— y que han tomado ímpetu ante el nuevo fenómeno.

La aceleración en el ritmo de generación del conocimiento, en la publicación de resultados y en el acortamiento de las pruebas

La urgente demanda de conocimientos ha implicado el desarrollo de investigación básica para entender el comportamiento del virus y dar lugar en el corto plazo a medicamentos y vacunas; es decir, conocimiento que pueda ser aplicado de inmediato. Con el COVID-19 la dinámica de la investigación se está generando en lo que Shinn (2000) ha denominado un régimen utilitario, en el que los investigadores se comprometen en problemas ligados a demandas sociales, respecto a las cuales las ciencias biomédicas y su relación con técnicos y hospitales es sustantiva.¹

Esta emergencia sanitaria ha acelerado el ritmo de la investigación, ejemplo de lo cual es que la secuencia genética completa del virus se dio a conocer el 10 de enero de 2020, solo un mes después del primer caso en Wuhan, China (*The Lancet*, 2020). En condiciones normales, los especialistas afirman que hubiese tomado meses disponer de ella y se realizó solo 10 días después de que la Organización Mundial de la Salud (OMS) informó de la aparición del nuevo virus el 31 de diciembre de 2019. Otro de los cambios ha sido la publicación rápida de *papers* en revistas de reconocido prestigio, con procesos de evaluación *express* y su aceptación con información limitada que en condiciones normales no se hubiesen admitido. Esta aceleración de las publicaciones ha tenido como objetivo difundir e intercambiar el conocimiento con otros investigadores en distintas realidades para avanzar en la explicación

del comportamiento del virus. La expansión acelerada de la epidemia va permitiendo conocer con más detalle el comportamiento y alcance del virus, lo que incide en afinar los protocolos para hacer frente a la enfermedad.

Sin embargo, con la misma rapidez con la que se generan cocimientos nuevos se echan abajo observaciones difundidas unos días antes. Un ejemplo de esto fue acerca del contagio de pacientes asintomáticos que en febrero y hasta abril la OMS descartó, pero que finalmente quedó demostrado, el 15 de abril, por un equipo de la Universidad Médica de Guangzhou y la Universidad de Hong Kong (China), en una publicación de la revista *Nature Medicine*, confirmando con ello que la gran mayoría de pacientes empiezan a difundir el virus antes de tener síntomas (Tug Thanh Le *et al.*, 2020). Otro ejemplo es el tan discutido tema de los efectos de la hidroxicloroquina como tratamiento para el virus, que dio lugar a la publicación en *The Lancet*, en mayo, de un trabajo que documentaba los efectos nocivos y que dio lugar a la suspensión mundial por la OMS de varios ensayos clínicos con este medicamento en diferentes países. Un mes después se puso en duda el alcance del estudio, así como de otro publicado en la revista *New England Journal of Medicine* que también manifestó preocupación por un artículo publicado que establecía un vínculo entre la mortalidad por COVID-19 y las enfermedades cardíacas (*El Universal*, 2020).

La rapidez en la difusión del conocimiento ha motivado que artículos ya publicados sean refutados con nuevos hallazgos y sean retirados de las revistas y de su circulación. Los procesos tan rápidos en la publicación no permiten contar con dictámenes a profundidad, y la alternativa de retirarlos una vez publicados y difundidos por las redes no resuelve el hecho que deje de circular conocimiento e información que no es contundente. La pregunta que surge sobre este cambio en los procesos de publicación científica es si es ético publicar trabajos sostenidos en información limitada y, sobre todo, darles una difusión mediática.

Asimismo, se han acelerado y acortado los tiempos de pruebas y ensayos de fármacos y vacunas, dada la urgencia de contar con métodos terapéuticos para controlar la gravedad de la infección, evitar que se saturen los hospitales, así como cumplir con la meta de inmunizar a la población,

disminuir la crisis sanitaria y detener la crisis económica que ha generado la paralización de las economías. Rosseman, Vasen y Bortz (2018) documentaron que los procesos de regulaciones y desregulaciones en el mundo ya se venían acortando y simplificando, y vemos que la epidemia ha impactado en esos procesos que en general implican largos periodos. La crisis que ha generado la pandemia en todo el mundo ha llevado a que los gobiernos y las empresas farmacéuticas estén dispuestas a producir y poner en el mercado productos cuya eficacia y seguridad requieren de ensayos de largo plazo, lo que entra en tensión con el imaginario de la población y de los gobiernos en el que el único camino de regreso a la vida anterior es por la vía de las vacunas (*El País*, 2020a).

Importancia de capacidades previas de conocimiento

Otro aspecto a destacar en esta batalla del conocimiento por encontrar soluciones a la epidemia es la importancia que han tenido las capacidades de investigación y el conocimiento previamente generado en líneas afines al COVID-19 y que han sido redirigidas al estudio de este virus y a la investigación sobre medicamentos y vacunas para tratarlo. Es de señalar la importancia que han tenido las fortalezas de investigación de algunos países en el campo de la virología y del desarrollo de vacunas, que se han podido reconvertir rápidamente para concentrarse en el nuevo virus, para lo cual el conocimiento previo sobre otros coronavirus y las capacidades previas para desarrollar vacunas han sido cruciales. Este es un aspecto a considerar en países con capacidades de investigación limitadas y con políticas que han reducido los recursos para la investigación.

Avances en el conocimiento de otros coronavirus como el SARS (2003) o el MERS (2015), dieron la posibilidad de un brinco rápido para descifrar el SARS-COV-2. Asimismo, el aprendizaje de respuestas sociales previas en otras epidemias recientes, principalmente en China, permitió construir estrategias de contención y monitoreo efectivas que se extendieron rápidamente en poblaciones que ya tenían esta experiencia.

En México, diferentes grupos de investigadores han tomado la iniciativa de aprovechar sus capacidades de investigación y sus avances en el desarrollo de vacunas contra otros virus para trabajar con el nuevo coronavirus. Un ejemplo es el caso del Instituto de Biotecnología de la UNAM, que desde hace varios meses aprovecha su plataforma tecnológica desarrollada para otros coronavirus y se encuentra en el proceso experimental de desarrollo de una vacuna. En el caso de medicamentos, y ante la inexistencia de un tratamiento específico para el nuevo virus, se ha experimentado desde el inicio de la epidemia con sustancias empleadas para tratar otras enfermedades, como la Hidroxicloroquina y el Remdesivir que ya estaban disponibles en el mercado. Asimismo, se experimenta con anticuerpos monoclonales que han sido empleados contra el cáncer y enfermedades inflamatorias. Todos estos esfuerzos están en desarrollo y México participa de manera importante en la experimentación con esos y otros medicamentos existentes.

*Intensificación de la comunicación abierta en la ciencia.
¿Uso equitativo del conocimiento?*

El fenómeno de apertura de los resultados de la producción de ciencia y tecnología y la reducción de restricciones para acceder a los productos de la investigación —acceso abierto—, se ha venido ampliando también con el acceso libre a datos de las investigaciones y más recientemente con el acceso a las etapas de los procesos de investigación que se ha denominado ciencia abierta (Arza y Fressoli, 2016). Estos procesos, en el caso del COVID-19, han permitido compartir conocimiento entre diferentes fronteras, generar redes de colaboración entre países desarrollados y en desarrollo, ampliar la circulación de información y datos en el mundo y, con ello, acelerar la generación del conocimiento.

En marzo de 2020 se estableció un acuerdo entre 12 países para el acceso abierto y la lectura de datos relacionados con el virus (OCDE, 2020). La información que se ha generado desde el inicio en la investigación se ha puesto a disposición de investigadores de todo el mundo en bases de datos

públicas por la empresa estadounidense Gen Bankyo y la alemana GISAID. Otras bases de datos han sido abiertas (medRxiv, bioRxiv, MOBS Lab, MIDAS) para promover las colaboraciones sobre aspectos epidemiológicos, clínicos y genómicos.

En enero de 2020 se logró un acuerdo entre 117 organizaciones —incluyendo revistas, fondos de financiamiento y centros de prevención de enfermedades públicas— denominado “Sharing Research Data and Findings Relevant to the Novel Coronavirus Outbreak” para proveer inmediatamente el acceso abierto a revistas arbitradas durante la epidemia y hacer accesibles los hallazgos de la investigación vía los servidores de *pre-prints* y para compartir inmediatamente los resultados con la OMS. Un paso más adelante en esta idea de compartir el conocimiento se dio en abril, con el acuerdo de Open Covid Pledge, que es una coalición de científicos, abogados, y empresas tecnológicas con el objetivo de hacer accesible la propiedad intelectual libre de cargos para reducir el impacto de la enfermedad. Algunos signatarios de este acuerdo fueron: Intel, Facebook, Amazon, IBM, Sandia National Laboratories, Hewlett Packard, Microsoft, Uber, Open Knowledge Foundation, the Massachusetts Institute of Technology y AT&T. Los signatarios ofrecerán una licencia Open COVID específica, no exclusiva y libre de regalías para utilizar la propiedad intelectual con el fin de diagnosticar, prevenir y tratar el COVID-19 (OCDE, 2020). Se está discutiendo el acceso a licencias libres de regalías que permitirá, por ejemplo, la producción de las vacunas que resulten aprobadas —en diferentes países, por diferentes empresas— y lograr con ello una mayor distribución y acceso de la población a ellas.

Los procesos de datos abiertos y ciencia abierta que se han venido extendiendo en el mundo presentan ventajas para acelerar el conocimiento, para que esté en la *web* y sea de libre acceso. En el futuro próximo, desde el campo CTS, habrá que analizar si hubo beneficios equitativamente distribuidos entre países del Norte y del Sur, las barreras que surgieron y la calidad, confiabilidad y gobernanza de estos sistemas.

Procesos colaborativos dinámicos de abajo hacia arriba y en coaliciones internacionales

La colaboración internacional en ciencia es un patrón muy extendido en la práctica de investigación y una buena parte de estos procesos se sustentan en decisiones personales cuando existen intereses mutuos, por lo que la colaboración internacional funciona en gran parte como un sistema auto-organizado a partir de la acción colectiva en el nivel de los investigadores mismos (Leydesdorff y Wagner, 2008, en Gaillard y Arvanitis, 2013: 2). Estas colaboraciones, como se ha sostenido, no se centran solamente en racionalidades de objetivos de ciencia y tecnología, sino que incluyen complejos factores que son interdependientes como los políticos, militares diplomáticos y económico humanitarios (Gaillard, 1999: 72). El caso de la investigación científica y tecnológica sobre el COVID-19 es un claro ejemplo de esto.

Los acelerados procesos de investigación han dado lugar a la formación de numerosos equipos de investigación para avanzar de manera complementaria en la solución de diversos aspectos de la epidemia, motivados principalmente por cuestiones humanitarias. Estos procesos se han dado en dos direcciones: los que se construyen de abajo hacia arriba y los que se concertan entre instituciones públicas y organismos internacionales.

Respecto al primer tipo, diferentes testimonios de científicos e información en la prensa y revistas de difusión apuntan a una colaboración global sin precedentes en distintos ámbitos de la investigación: se han generado centenares de secuencias genómicas compartidas y centenas de ensayos clínicos entre hospitales y laboratorios en todo el mundo. Hay afirmaciones de científicos que argumentan que en este caso las nacionalidades no han sido un obstáculo para la colaboración; y como apuntábamos más arriba, la publicación de *papers* ha sufrido cambios ya que ahora lo principal es compartir lo antes posible el conocimiento (*The New York Times*, 2020b). Algunos casos para ejemplificar las tendencias anteriores serían: la colaboración entre la Universidad de Pittsburg, el Instituto Pasteur en París y la Empresa Austriaca Themis Bioscience; los investigadores de Oxford usan pruebas en animales del Instituto Nacional de Salud en el Laboratorio Rocky Mountain

de Montana; y la Harvard University, el Massachusetts General Hospital, el hospital Xijing en China y los hospitales en el norte de Italia colaboran también en investigaciones.

Se ha dado mucha colaboración internacional para el desarrollo de vacunas por diferentes métodos, en una idea de complementariedad de esfuerzos para contar con diferentes productos que puedan apoyar la contención de la pandemia para una población mundial de más de 7 700 millones de habitantes. Para agosto de 2020 se investigaba en el mundo con 163 vacunas experimentales; además, en ese mes se contaba con 23 procesos de vacunas en pruebas en humanos y 6 vacunas en la tercera y última fase de ensayos. En esta tendencia a la colaboración destacan dos hechos importantes: por un lado, el empleo de métodos diversos que van desde los más clásicos basados en virus atenuados, hasta los más sofisticados por métodos de ADN y ARN y los sustentados en proteínas (*El País*, 2020a) —este dato es relevante y muestra que, a pesar de los avances de la ciencia de vacunas, no se han descartado los métodos clásicos con los que se siguen produciendo muchas de las vacunas existentes contra otras enfermedades; por otro lado, se destaca que la investigación que se está generando va más allá de los laboratorios de investigación e interactúa estrechamente en su desarrollo con hospitales, gobiernos y grandes empresas, en muchos de los casos.

Respecto al segundo tipo, los procesos colaborativos han tomado gran fuerza en el plano de instancias internacionales mediante las cuales se integran esfuerzos de organismos internacionales, países, fundaciones, universidades y sector privado.

La Coalición Internacional Acelerador de Acceso a las Herramientas contra COVID-19” (COVAX) es uno de los ejemplos más relevantes. Esta se puso en marcha, en abril de 2020, mediante un acto copatrocinado por el director general de la OMS, el presidente de Francia, la presidenta de la Comisión Europea y la Fundación Bill y Melinda Gates. Es un proyecto mundial de colaboración dirigido a acelerar el desarrollo y la producción de nuevos medios de diagnóstico, tratamientos y vacunas para hacer frente al COVID-19, con la idea central de propiciar un acceso equitativo a los mismos. El propósito es integrar a todas las partes interesadas: dirigentes políticos, asociados de los sectores público y privado, la sociedad civil, los círculos académicos

y todos los demás sectores involucrados de la sociedad (OMS, 2020). Se trata de una iniciativa histórica que se basa en cuatro pilares o áreas de trabajo: diagnóstico, tratamiento, inmunización y conexión de los sistemas de salud. En todos ellos se encuentra la línea de trabajo transversal sobre el acceso y la asignación. Está integrada, entre otros, por la Coalición Internacional para preparación ante epidemias (CEPI), con base en Noruega e India; la Fundación Bill y Melinda Gates; la Alianza GAVI para las vacunas; el Fondo Mundial de Lucha contra el SIDA, la Tuberculosis y la Malaria; la UNITAID; el Wellcome Trust y la OMS, así como por asociados del sector privado, como Oxford/Aztra Zeneca, La Moderna (Estados Unidos) y Cure Vac (Alemania). Uno de los objetivos es disponer de 2 000 millones de dosis de vacunas a fines de 2021 y lograr su distribución equitativa a personas vulnerables en todo el mundo mediante el principio de accesibilidad para todos.

A su vez, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) está apoyando a los países de América Latina y el Caribe para unirse a ese mecanismo. Se cuenta con 30 países y territorios de la región que se han integrado a COVAX por medio del Fondo Rotatorio de la OPS, mecanismo de compras y suministro de vacunas y otros insumos, que desde hace 35 años realiza compras consolidadas de vacunas de alta calidad a precios más bajos para 41 países y territorios de la región, algo que ha sido vital para eliminar la poliomielitis, el sarampión, las paperas y la rubéola en Latinoamérica. La OPS también está coordinando con la Alianza GAVI y otros asociados para garantizar que los países más vulnerables de la región reciban la vacuna contra la COVID-19 subsidiada y a un precio asequible (OPS, 2020).

COVAX financia ocho candidatos de vacunas, incluidas las de Moderna, Inovio y la de Oxford/Aztra Zeneca. La idea es ponerlas a disposición de todos y lograr un acceso mundial equitativo. Para ello se encuentran en proceso negociaciones con empresas para garantizar que las vacunas estén a disponibilidad de todo el mundo. Un resultado de estas negociaciones es el anuncio, por medio de los gobiernos de Argentina y México, de la colaboración acordada entre la Fundación Slim y Aztra Zeneca, para producir la vacuna en América Latina y distribuirla a todos los países de esta región (*El País*, 2020b). Un acuerdo sin duda inédito que comentaremos más adelante.

México participa en la Coalición para las Innovaciones en Preparación para Epidemias (CEPI), con sede en Noruega, que ya apoya nueve proyectos de vacunas ligados a empresas farmacéuticas. Esa coalición integra a varios países europeos, China, Estados Unidos y la OMS; así México, por conducto de la Secretaría de Relaciones Exteriores, conformó una coalición de científicos locales que ya trabajaban en el desarrollo de vacunas en diferentes instituciones públicas y privadas de investigación para participar en los esfuerzos mundiales. Con la firma de un convenio, mediante el que se compromete a aportar recursos y a su vez a obtener recursos internacionales adicionales, y mediante la participación de ocho universidades e instituciones de salud, se apoya a tres proyectos para una vacuna: un equipo de la UNAM en el que participan el Instituto de Biotecnología y la Facultad de Medicina; otro proyecto del Instituto Mexicano del Seguro Social y el tercero de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California. En estos participan además el Instituto Nacional de Nutrición y Ciencias Médicas, la Universidad de Querétaro, el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, la Fundación Mexicana para la Salud y la Fundación Río Arronte (Milenio, 2020).

Las formas de colaboración basadas en el conocimiento —que incluyen tanto las espontáneas promovidas por los investigadores desde sus laboratorios e instituciones, como las que provienen de ámbitos internacionales que promueven la circulación amplia del conocimiento con el énfasis en valores humanitarios y de equidad en el acceso a los medicamentos— están dando como resultado un enfoque de la colaboración distinto que combina objetivos de política no científicos, con objetivos intrínsecos de ciencia orientada a atacar un reto global (Gaillard y Arvanitis, 2013: 3), representado en este caso por la pandemia de COVID-19. Este nuevo escenario se sustenta en experiencias de colaboración de ciencia y tecnología que se han construido a nivel regional, como los programas marco en la Unión Europea que han alentado la cooperación de los países en desarrollo con el mundo desarrollado (Feld *et al.*, 2013). La experiencia de COVID-19 apunta a delinear una racionalidad que sería muy relevante para afrontar otros grandes retos globales como el calentamiento global, las catástrofes naturales, el

acceso al agua, entre otros, donde los propósitos giran en torno a objetivos de inclusión social.

La disputa entre la privatización del conocimiento y su acceso como bien público

A pesar de los avances en el acceso abierto del conocimiento al que nos hemos referido más arriba, durante el transcurso de la epidemia se han suscitado nuevos debates en torno a la naturaleza que adquirirá el conocimiento generado sobre el COVID-19. Se trata de un viejo debate abordado desde los estudios CTS y más recientemente sostenido por diversas organizaciones internacionales que ante la crisis sanitaria han hecho un llamado para que los resultados del conocimiento sean accesibles a toda la población.

La urgencia de salud global ha planteado un nuevo cuestionamiento de la privatización. Diversos países han hecho llamados para garantizar los beneficios públicos del conocimiento. Costa Rica ha apelado a crear derechos para pruebas, medicamentos y vacunas con acceso gratuito o licencias en términos razonables. México ha solicitado acceso global a medicinas, vacunas y equipo médico. La Organización de Naciones Unidas (ONU) y la OMS también han demandado el acceso universal al conocimiento generado por la investigación en forma de vacunas y tratamientos baratos, sanos, efectivos y que sirvan para todos. Inclusive la ONU ha hablado de una “vacuna del pueblo”, lo que constituye un discurso inédito. Europa y numerosas ONG han clamado por un bien público mundial y una distribución equitativa.

Ante una emergencia global como la que estamos viviendo cabe preguntarnos si el interés social y público prevalecerán sobre el económico y político, en el caso de medicamentos y vacunas; y si ante la crisis global se hará realidad la idea de que la ciencia, sobre todo cuando está siendo en gran parte financiada por gobiernos, sea un bien público.

Algunos antecedentes relativamente recientes son sugerentes para reflexionar sobre este asunto. Entre otros, la experiencia de la pandemia global del SIDA, reconocida oficialmente a partir de los años ochenta, causada por un virus que se extendió rápidamente por todo el mundo, debido al

comercio, el turismo y los movimientos migratorios, y que en su momento más crítico afectó a numerosos países del mundo, en particular a los países pobres y en específico los africanos. En una primera etapa no había cura ni vacuna para esta enfermedad, algo similar a lo que ocurre hoy con el COVID-19. Al descubrirse diversos medicamentos el acceso a ellos fue muy restringido y sus costos muy altos, por lo que su uso estuvo circunscrito a los países desarrollados. Fue muchos años después, a partir de 2013 y por la acción de numerosas organizaciones de la sociedad civil, que se trabajó en estrecha colaboración con los investigadores y las autoridades reguladoras de cada país, promoviendo una inversión sin precedentes en la investigación sobre el SIDA y acelerando el acceso a nuevos medicamentos. En 2013, el Programa Conjunto de Naciones Unidas sobre el VIH/SIDA (ONUSIDA) se planteó un programa de “tratamiento para todos” con lo que los nuevos medicamentos y sus combinaciones pudieron llegar a los pacientes más rápido que nunca. La presión que ejerció el movimiento mundial contra el SIDA también sirvió para asegurar que los precios de los nuevos medicamentos descendieran rápidamente para que pudieran ser asequibles sobre todo en los países de rentas bajas y medias (ONUSIDA, 2014).

En 2019, el International Science Council presentó su Plan de Acción 2019-2021 denominado “Ciencia como bien público mundial”, lo que sin duda constituye un antecedente reciente muy importante para orientar los esfuerzos en el desarrollo de la investigación a nivel mundial para atender la nueva pandemia. Esto, junto con las declaraciones de la ONU, la OMS y otros organismos internacionales referidos más arriba, constituyen un marco inédito para generar un giro hacia un uso público del conocimiento para contener el COVID-19. Sin embargo, algunos aspectos del panorama real levantan alertas sobre el logro de esos objetivos. Actualmente asistimos a una batalla entre los países centrales por asegurar, mediante la reserva y compra anticipada, un *stock* de vacunas para atender a sus poblaciones. Así, Estados Unidos ha hecho tratos con las empresas Pfizer y Moderna por millones de vacunas y la Unión Europea, a su vez, tiene ya una cartera diversificada de compra de vacunas a diversos laboratorios y empresas.

Por otro lado, observamos algunos movimientos interesantes como el acuerdo recientemente difundido entre la Fundación Slim y Aztra-Zeneca

para la producción de su vacuna desarrollada con Oxford, que en caso de resultar eficiente sería producida entre Argentina y México y distribuida en América Latina. A su vez, Brasil ha establecido también un acuerdo con Oxford-Aztra Zeneca para que su vacuna, en su tercera etapa, se pruebe en la población brasileña, donde también sería producida en caso de resultar adecuada. Consideramos que estas dos experiencias de la aceptación de Oxford/Aztra Zeneca para producir su vacuna en países de América Latina estarían sustentadas en distintas legislaciones a nivel internacional y las nacionales del libre uso de patentes, ante situaciones de emergencia de salud nacionales o internacionales. A su vez, algunos gobiernos, como los de Brasil y México, han aceptado participar en protocolos de ensayos de las vacunas, lo que de alguna manera les abre la puerta de acceso; y se complementa con políticas de gobierno para su distribución gratuita, que en México se practica desde hace varias décadas en centros y hospitales del sector salud, para que se logre un acceso incluyente.

Se atestiguan avances muy interesantes a nivel internacional por hacer de la ciencia un bien público, mediante un amplio acceso a las vacunas. Sin embargo, no todas las empresas, ni todos los países mantiene esta posición, por lo que habrá que seguir de cerca los diversos derroteros que se darán en esta guerra por el acceso a los medicamentos y las vacunas contra el COVID-19.

Impactos de la ciencia y la tecnología en la sociedad

Durante los ocho meses transcurridos de esta pandemia la ciencia y la tecnología han generado diversos impactos en la sociedad. El propio desarrollo de la investigación en diferentes países ha trascendido a las poblaciones dada la rapidez con la que actualmente circula la información. Diversas incógnitas científicas, como la transmisión aérea del virus, la capacidad de transmisión de los asintomáticos, las mutaciones del virus, el tipo de inmunidad que se genera después de enfermarse, las secuelas en la salud, el porqué en algunas personas es tan grave y en otras no, ha generado un fenómeno de gran incertidumbre social.

La gran cantidad de información que reciben las poblaciones, fenómeno que ha sido denominado “infodemia”, ha ocasionado efectos asimétricos que dependen del nivel educativo de las sociedades. Los efectos son distintos en sociedades informadas en comparación con las mal informadas, donde la mezcla de información científica con noticias falsas y con recomendaciones seudocientíficas han tenido un fuerte impacto en la aceptación o no de las medidas impuestas por los gobiernos. Otro aspecto que ha impactado no solo en la población sino en los gobiernos es el dilema de acceso a medicamentos y vacunas, lo que está ocasionando temores y sentimientos de desprotección.

El empleo de las tecnologías de información y comunicación (TIC) ha sido muy importante y ha tenido varias repercusiones. Han representado la posibilidad de comunicación frente al confinamiento de las poblaciones. Sin embargo, el uso de esas tecnologías ha tenido repercusiones asimétricas dentro y entre países generando efectos positivos y también negativos en el acceso a la educación y a la atención médica. Esas TIC también han sido utilizadas para sustentar estrategias de contención de la epidemia mediante la complementariedad entre pruebas de COVID-19 con el rastreo de los casos de contagio. Después de la experiencia vivida, diversos países están considerando lo anterior como la combinación ideal para disminuir la expansión de nuevos brotes (*El País*, 2020d). Esto ha dado lugar en diferentes realidades al desarrollo de aplicaciones específicas para el rastreo desde el celular. Si embargo, su empleo por los gobiernos de distintos países para la vigilancia y seguimiento digital de la epidemia podría ocasionar el acceso a datos personales, lo que pondría en riesgo la privacidad y las libertades individuales. Los usos sociales de celulares para dar seguimiento a los contagios ha permitido aislar a pequeñas poblaciones a diferencia de las primeras estrategias donde el confinamiento fue generalizado. Su uso se ha planteado en forma voluntaria en regímenes democráticos —como Alemania y España— y de manera obligatoria en gobiernos autoritarios —como China y Corea del Sur. Se trata de un fenómeno a analizar para discutir los límites de estas tecnologías durante la pandemia.

Finalmente, los avances de la ciencia y la tecnología para el COVID-19 han generado diversas reacciones sociales en la población como confianza, pero

también miedo e incredulidad. Una respuesta social interesante para analizar es la de la aplicación de las vacunas, sobre las que se han generado grandes expectativas y se ha llegado a plantear que la vuelta a la socialización dependerá de ellas. A pesar de las numerosas vacunas que se encuentran en experimentación en el mundo y las que se encuentran en fases de prueba, el proceso para que ese producto llegue a la sociedad es largo y podría no responder adecuadamente a las expectativas sociales. Su desarrollo implica numerosas etapas que van desde resolver el problema científico; demostrar médicamente su grado de eficacia; demostrar la aceptación del producto mediante pruebas del producto final a la población; atender el problema legal que consiste en la autorización de una vacuna de emergencia con indicios de eficacia; contar con la ingeniería e infraestructura suficientes que permita la manufactura segura en grandes volúmenes, en un tiempo corto; solventar el problema económico que implica los costos, distribución, construcción de fábricas en varios continentes, laboratorios internacionales; garantizar el acceso público que será por etapas, empezando con los trabajadores sanitarios y tener las dosis suficientes para toda la población; así como observar el impacto social, duración de la protección y el alcance de la reducción de la transmisión.

Aunque los tiempos para todo este proceso se han acortado, como lo hemos visto en otros apartados de este trabajo, la solución no está a la vuelta de la esquina. Por otro lado, habrá que contemplar la acción social que ejercerán los movimientos antivacunas que están muy activos en el mundo y que ocasionarán que millones de personas se nieguen a vacunarse, sobre todo con vacunas que se desarrollan en tiempos tan cortos y que serán lanzadas al mercado sin haber mostrado ampliamente su eficacia. Si a esto se añade que en distintos países, como en España, hay organizaciones sociales que aún cuestionan la veracidad de la pandemia, el tema de las vacunas como medio para volver a una relativa normalidad no se visualiza sencillo. Una encuesta levantada en Francia en mayo arrojó que 26% de los franceses no se pondrían la vacuna (*El País*, 2020c). Estas respuestas sociales tendrán repercusiones importantes en las posibilidades de reducción de los alcances de la epidemia.

A manera de cierre

La experiencia de los últimos ocho meses, en los que el mundo entero ha convivido con una nueva pandemia para cuya solución la ciencia y la tecnología se han revelado centrales, ha sido la ocasión para que se expresen formas de organización e intercambio de conocimiento que son propias de un régimen de investigación comprometido con problemas de magnitud global ligados con la salud de la sociedad. Las tendencias documentadas en este trabajo han hecho patente la necesidad de disponer de mecanismos de políticas públicas distintos que pongan en el centro del enfoque la relevancia de la suma de capacidades y esfuerzos de investigación, no solamente dentro de los marcos nacionales, sino entre diversos países. Como se ha mostrado, esto ha permitido acelerar la generación de conocimiento, apoyarse en investigaciones previamente realizadas y avanzar colectivamente en el conocimiento del comportamiento de este virus, de las formas de tratarlo médicamente para contener el agravamiento de la enfermedad y las muertes, así como del hallazgo de vacunas generadas por diferentes métodos que puedan contribuir a generar inmunidad en la población mundial.

Las tendencias reseñadas no han surgido a propósito de la pandemia, pero han puesto en evidencia que algunas de las concepciones y racionalidades de las políticas públicas en ciencia y tecnología en nuestro país no abonan a procesos que estimulen la colaboración en la construcción de capacidades científicas y tampoco a su articulación con la sociedad para incidir en problemas sociales. Entre otros aspectos, habría que repensar el sentido de abrir convocatorias para apoyar proyectos de investigación relacionados con un problema urgente, en este caso el SARS-COV-2, que es el modelo imperante desde los años setenta en este país como en muchos otros, y que en poco contribuye a la integración de capacidades. Cuando lo que se requiere es integrar y coordinar esfuerzos entre disciplinas e instituciones y sumar capacidades existentes la racionalidad debe ser distinta. En países como el nuestro experimentamos un problema estructural al que no se ha prestado atención y que se ha visto exacerbado por la lógica de los instrumentos de política que se aplican. La falta de esfuerzos de coordinación y de integración

de grupos sólidos de investigación se ha hecho patente nuevamente en la racionalidad de los apoyos que se han canalizado tanto a nivel del gobierno federal como en algunas universidades que, aunque loables, no concitan a la formación de grupos interdisciplinarios, ni interinstitucionales, menos aún regionales, ni a la formación de un enfoque integral sobre el problema donde radicarían las fortalezas y posibilidades de mayores contribuciones.

Como se ha documentado, la integración de capacidades es lo que está permitiendo avanzar en el entendimiento y la lucha contra el virus que afecta a todos los países del mundo y sobre esto se han señalado algunas acciones en México y seguramente hay muchas otras promovidas por los propios investigadores. Recientemente, el Banco Interamericano de Desarrollo (2020) argumentó, a propósito del COVID-19, que “puede ser más rápido y efectivo armar un proyecto estratégico y financiarlo directamente, en lugar de pasar por el proceso de una convocatoria, con las incertidumbres y retrasos que ese tipo de procesos trae consigo”. Para atender problemas sociales urgentes, como la pandemia actual, así como otros problemas graves que, aunque no son de escala mundial, afectan a nuestro país, como la obesidad y la diabetes, declarados como epidemia desde 2014, se requieren respuestas públicas rápidas en cuanto a financiamiento, pero principalmente de organización y de coordinación de capacidades, de integración de conocimientos ya generados, y de una visión colectiva (Casas, 2020) que permita no solo acelerar el ritmo en la generación de conocimientos, como ha ocurrido ahora a nivel internacional, sino analizar colectivamente las especificidades de los fenómenos y de las demandas en diversas realidades sociales.

Más allá del problema de que se trate, la consideración de sus diferentes marcos contextuales, poblacionales y culturales requiere de la participación de las ciencias sociales, sin las cuales la comprensión del problema estaría sesgado a otras disciplinas y su falta de abordaje social ocasionaría la pérdida de foco en el fenómeno social, como ha sucedido con el COVID-19. Este enfoque para las políticas, propuesto en 2013 por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCYT, 2013), no ha sido asumido por los tomadores de decisiones en ciencia y tecnología hasta ahora. Su puesta en práctica requiere de autoridades con una visión amplia de lo que es la ciencia y

la tecnología, de actitudes desinteresadas de grupos e instituciones pero, sobre todo, de un gran conocimiento de los esfuerzos construidos en nuestro sistema científico y tecnológico a lo largo de tantas décadas, en el que existen potencialidades para aportar a la solución de los problemas del país, como lo estamos experimentando con la epidemia actual.

Referencias bibliográficas

- Aronova, Elena. 2012. "The Congress of Cultural Freedom, *Minerva*, and the Quest for Instituting 'Science Studies' in the Age of Cold War", *Minerva*, núm. 50, pp. 307-337.
- Arza, Valeria y Mariano Fressoli. 2016. "Ciencia abierta en Argentina: experiencias actuales y propuestas para impulsar procesos de apertura", *Proyectos de Investigación*, Argentina, Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación (CIECTI).
- BID. 2020. *Respuestas al COVID-19 desde la ciencia, la innovación y el desarrollo productivo*, Banco Interamericano de Desarrollo, División de Competitividad, Tecnología e Innovación.
- Brooks, Harvey. 1998. "Understanding the Bush Report", *Science in the Endless Frontier 1945-1995. Learning from the Past Designing for the Future*, Highlights of Conference Series, Center for Science Policy and Outcomes, Nueva York, Columbia University, pp. 12-22.
- Bush, Valdemar. 1999. "Dossier: Ciencia la frontera sin fin. Un informe al presidente julio de 1945", *REDES, Revista de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología*, vol. 7, núm. 14, pp. 89-137.
- Casas, Rosalba. 2020. "Instrumentos de políticas de investigación para atender obesidad y diabetes en México: concepciones, valores y alcances en el uso social del conocimiento", en Alexandre Oliveira Vera-Cruz (coord.), *Generación, movilización y uso del conocimiento en diabetes mellitus 2 en México*, Universidad Autónoma Metropolitana, plantel Xochimilco (en dictamen).
- Dagnino, Renato. 1999. "Comentarios al Dossier: Ciencia la frontera sin fin. Un informe al presidente julio de 1945". *REDES, Revista de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología*, vol. 7, núm. 14, pp. 138-156.
- El País*. 2020a. "La vacuna: el único camino de regreso a la vida anterior", 30 de mayo.
- _____. 2020b. "Argentina y México producirán la vacuna experimental contra la COVID-19 de la Universidad de Oxford", 13 de agosto.

- _____. 2020c. “Y si llega la vacuna, pero millones de personas se niegan a ponérsela”, 2 de junio.
- _____. 2020d. “Un estudio muestra que los test sin rastreo eficaz de contactos son insuficientes para frenar la oleada”, 12 de agosto.
- El Universal*. 2020. “En duda artículo que cuestionó efectos de hidroxiclороquina contra el COVID-19”, 3 de junio.
- FCCYT. 2013. *Propuestas para contribuir al diseño del PECiTI 2012-2037*, doc. de trabajo del Foro Consultivo Científico y Tecnológico, México.
- Feld, Adriana, Rosalba Casas, María Sonsiré López y Hebe Vessuri. 2013. “Policies to Promote International Scientific Cooperation in Latin America: Evolution and Current Situation”, en Jacques Gaillard y Rigas Arvanitis (eds.), *La coopération scientifique et technique avec les pays du sud. Peut-on partager la science?*, París, Karthala, pp. 23-48.
- Gaillard, Jacques. 1999. *La coopération scientifique et technique avec les pays du sud. Peut-on partager la science?*, París, Karthala.
- Gaillard, Jacques y Rigas Arvanitis (eds.). 2013. *Research Collaboration between Europe and Latin America. Mapping and Understanding Partnership*, París, Éditions des Archives Contemporaines.
- Gibbons, M., C. Limoges, H. Nowonty, S. Schwartzman, P. Scott y M. Trow. 1994. *The New Production of Knowledge. The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*, Londres, SAGE.
- Jamison, Andrew. 1999. “Comentarios al Dossier: Ciencia la frontera sin fin. Un informe al presidente julio de 1945”. *REDES, Revista de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología*, vol. 7, núm. 14, pp. 138-156.
- Milenio*. 2020. “Este es el equipo de científicos mexicanos que ayuda a crear vacuna contra coronavirus”, 11 de junio.
- OCDE. 2020. “Why Open Science is Critical to Combatting COVID-19”, en *Tackling Coronavirus (COVID-19): Contributing to a Global Effort*, París, OCDE.
- OMS. 2020. “Acelerador del acceso a las herramientas contra la COVID-19. Organización Mundial de la Salud”, en <<https://www.who.int/es/news-room/detail/24-04-2020-commitment-and-call-to-action-global-collaboration-to-accelerate-new-covid-19-health-technologies>>. [Fecha de consulta: 12 de agosto de 2020].
- OPS. 2020. “Países de las Américas aúnan esfuerzos para garantizarse el acceso a las futuras vacunas contra la COVID-19”, en <<https://www.paho.org/es/noticias/14-7-2020-paises-americas-aunan-esfuerzos-para-garantizarse-acceso-futuras-vacunas-contra>>. [Fecha de consulta: 17 de julio de 2020.]
- Rosseman, Achim, Federico Vasen y Gabriela Bortz. 2018. “Global Diversification in Medicine Regulation: Insights from Regenerative Stem Cell Medicine”, *Science as Culture*, núm. 28, pp. 223-249.

- Salomon, Jean Jacques. 1999. "Comentarios al Dossier: Ciencia la frontera sin fin. Un informe al presidente julio de 1945", *REDES, Revista de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología*, vol. 7, núm. 14, pp. 138-156.
- _____. 2001. "Nuevo escenario para las políticas de ciencia y tecnología", *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, núm. 168, pp. 1-20.
- Shinn, Terry. 2000. "Formes de division du travail scientifique et convergence intellectuelle. La recherche technico-instrumentale", *Revue Française de Sociologie*, vol. 41, núm. 3, pp. 447-473.
- The Lancet*. 2020. "Genomic Characterisation and Epidemiology of 2019 Novel Coronavirus: Implications for Virus Origins and Receptor Binding", 30 de enero, en <[https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)30251-8/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)30251-8/fulltext)>.
- The New York Times*. 2020. "COVID-19 Changed how the World does Science, Together", 01 de abril.
- The New York Times*, 2020b. 14 abril.
- Tug Thanh Le, Zacharias Andreadakis, Arun Kumar, Raúl Gómez Román, Stig Tollefsen, Melanie Daville y Stephen Mayhew. 2020. "The COVID-19 Vaccine Development Landscape", en *Nature*, núm. 20, pp. 305-306.
- Whitley, Robert. 1974. *The Intellectual and Social Organization of the Sciences*, Nueva York, Octagon Books.

NOTAS

¹ Los otros tres regímenes de investigación científica y técnica que propone Shinn (2000) que se sustentan en los ejes de investigación y los mercados de difusión de los productos de la investigación son: el régimen disciplinar, el régimen transitorio y el régimen transversal.