

# COVID-19: Los reajustes en el trabajo de investigación científica en México

## COVID-19: Adjustments for in the scientific research work in Mexico

Alfredo Ortega-Rubio<sup>1</sup> , Bernardo Murillo-Amador<sup>1</sup> , Sara Díaz-Castro<sup>1</sup> ,  
Luis Felipe Beltrán-Morales<sup>1</sup> , Gracia Gómez-Anduro<sup>1</sup> ,  
Cinthya Castro-Iglesias<sup>1</sup> y Ma. Carmen Blázquez<sup>1‡</sup> 

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR). Av. Instituto Politécnico Nacional no. 195. Colonia Playa Palo de Santa Rita Sur. 23096 La Paz, Baja California Sur, México.

<sup>‡</sup> Autora para correspondencia (blazquez@cibnor.mx)

---

### RESUMEN

En el futuro inmediato y a mediano plazo las actividades de Investigación Científica y Tecnológica, Formación de Recursos Humanos, Vinculación y Apropiación Social del Conocimiento padecerán los embates de las nuevas restricciones que ha impuesto la nueva realidad de la Pandemia por COVID-19. Las sociedades, economías, Instituciones de Investigación y de Educación Superior que logren adaptarse más rápido a estos nuevos retos y posean las capacidades estructurales para hacer flexibles sus procesos, tendrán posibilidades de salir más rápido de esta contingencia global. En México, desde el punto de vista de la transferencia social del conocimiento, lejos de ser un fenómeno disruptivo, la evolución que ha seguido esta transferencia pareciera encontrar desde el confinamiento y el impacto de la pandemia COVID-9, posibilidades reales de incrementar el interés por los temas de ciencia y la posibilidad de acceder a ellos mediante el uso de las tecnologías de la información (TIC's). Este es el caso de las acciones de transferencia social del conocimiento en un centro público de investigación como el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), en el que se han consolidado las plataformas digitales para enfrentar de manera positiva los tiempos. En este trabajo se ofrecen recomendaciones detalladas, concretas y específicas para que las instituciones públicas de investigación y de Educación Superior en México se adapten lo más eficiente y ejecutivamente, en materia de investigación

científica, humanística y tecnológica, formación de recursos humanos, vinculación y apropiación social del conocimiento a la nueva realidad impuesta por la pandemia.

**Palabras clave:** *difusión de la ciencia, educación, innovación, instituciones de investigación, pandemia.*

### SUMMARY

In the immediate future and the medium term, activities of Scientific and Technological Research, Human Resource Training, and Linkage and Social Appropriation of Knowledge will suffer the hardships of the new restrictions imposed by the new reality of the COVID-19 Pandemic. Societies, economies, Research and Higher Education Institutions that manage to adapt faster to these new challenges and have the structural capacities to make their processes flexible, will have a better chance to fastly overcome this global contingency. In Mexico, under the perspective of social transfer of knowledge, far from being a disruptive phenomenon, the evolution that this transfer has followed seems to find –from the confinement and impact of the COVID 19 pandemic– real possibilities of increasing interest for science topics and the opportunity of accessing them through the use of information technologies (ICTs). This is the case of actions for the social transfer of knowledge in a public research center, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), in which

---

#### Cita recomendada:

Ortega-Rubio, A., B. Murillo-Amador, S. Díaz-Castro, L. F. Beltrán-Morales, G. Gómez-Anduro, C. Castro-Iglesias y M. C. Blázquez. 2020. COVID-19: Los reajustes en el trabajo de investigación científica en México. *Terra Latinoamericana* 38: 917-930.  
DOI: <https://doi.org/10.28940/terra.v38i4.864>

---

Recibido: 26 de agosto de 2020.  
Aceptado: 01 de septiembre de 2020.  
Publicado como Ensayo en  
*Terra Latinoamericana* 38: 917-930.

digital platforms have been consolidated to positively face the times. In this work, detailed, concrete and specific recommendations are provided so that the public institutions of research and Higher Education in Mexico can adapt to the new reality imposed by the pandemic as efficiently and functionally as possible in terms of scientific, humanistic and technological research, the training of human resources, and in the linkage and social appropriation of knowledge.

**Index words:** *science dissemination, education, innovation, research institutes, pandemic.*

## INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, el crecimiento económico de los países ha dependido en gran medida de la creación de tecnologías e industrias nuevas e innovadoras basadas en los avances de vanguardia en ciencia y conocimiento científico (Dossou y Khvatova, 2020; Reshetnyak, 2020). Una de las características que tienen en común los países que destacan en crecimiento y desarrollo es la investigación científica, pues ésta tiene relación directa con el desarrollo local, regional y nacional que permite garantizar el bienestar económico y social de sus habitantes; se asocia al diseño, la optimización de productos y procesos, la innovación, y finalmente representa un factor clave para el logro de metas y objetivos vinculados con los avances tecnológicos, científicos, comerciales e industriales ligados al crecimiento sostenido (UNESCO, 2020; Villota, 2020).

De acuerdo con los indicadores principales del banco mundial, agrupados en política económica y deuda, educación, ambiente, sector financiero, salud, infraestructura, protección laboral y social, pobreza, sector privado y comercio, y sector público, países como Estados Unidos, Japón, China, Rusia y Alemania, han permanecido en los primeros lugares en la mayoría de estos indicadores durante varios años debido a su crecimiento, expansión e innovación tecnológica. Aunado a ello, presentan ingresos elevados que se asocian a la producción, comercialización de productos y bienes de servicios, así como a un desarrollo industrial sostenido.

Los países que invierten más en ciencia y tecnología lo hacen porque están conscientes de que su desarrollo económico y social está fuertemente ligado a la innovación y al conocimiento. En la actualidad,

muchos países están actualizando la transición de una estructura tecnológica a otra, es decir, el uso de tecnologías cada vez más nuevas y avanzadas para facilitar el trabajo de los trabajadores, reducir los costos de producción, preservar los recursos naturales para las generaciones futuras y asegurar un crecimiento sostenible para la economía a nivel local, regional y nacional (Morkovkin *et al.*, 2020). En estos países, aparece la inquietud de analizar entornos y elementos que propicien un Sistema Nacional de Innovación (SNI) compuesto por las instituciones de gobierno, asociaciones de la industria y expertos de la academia (Herstatt *et al.*, 2008).

De acuerdo con la OECD (2012), la crisis del 2008 tuvo un impacto importante en las políticas de ciencia, tecnología e innovación (en términos de objetivos y de instrumentos) y en las agendas de cada país, generalmente con una visión de maximizar los impactos en el crecimiento económico y protegiendo los recursos. La importancia de atender los desafíos sociales y ambientales aumenta desde entonces. A partir de ese momento, los temas que se han priorizado son: 1) crecimiento verde y el medio ambiente: la reducción de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero y la protección de los activos ambientales (aire limpio, agua y biodiversidad) que exigen la innovación y la adopción a gran escala de tecnologías ecológicas; 2) la problemática que supone la tendencia de las poblaciones hacia un envejecimiento rápido. En este sentido las Tecnologías de la Información y Computación (TIC) tiene un rol muy importante para ofrecer una calidad de vida mejor a dicha población, aunque el desafío es mayor, pues no solo se limita al envejecimiento sino a las necesidades de toda la sociedad, reduciendo costos de tratamiento y equipos; 3) finalmente innovación social e inclusiva.

Así, los países que tomaron conciencia tras la crisis de 2008 han fortalecido estrategias que les permitan acelerar el crecimiento (OECD, 2012). Francia por ejemplo busca reestablecer la competitividad industrial y una reforma a su SNI; Dinamarca, Alemania y Corea del Sur buscan oportunidades nuevas en áreas poco transitadas como innovación ecológica (como cambio climático, seguridad energética, entre otros); Italia, Japón y Alemania, toman medidas respecto a los desafíos de su población como la salud y el cambio demográfico; Alemania destaca por adoptar una perspectiva de acercamiento y demanda interdisciplinaria que integra de mejor forma los resultados de la orientación

tecnológica y los resultados de las ciencias sociales y humanidades (OECD, 2014). Otras economías se sumergen aun en el tema de mejorar la calidad del entorno empresarial utilizando la ventaja competitiva de trasfondo, como el caso de Chile.

Por otro lado, se han detectado cambios en las políticas de ciencia, tecnología e innovación de algunos países que se encaminan hacia una transición para abordar los desafíos globales, como los sociales y ecológicos de acuerdo con la OECD (2012). Economías como Polonia, Irlanda y Portugal, buscan transitar sus Políticas en Ciencia y Tecnología hacia la cohesión social al mismo tiempo que el crecimiento económico. Empero lo anterior, estudios recientes revelan que la capacidad de innovación científica sigue distribuida de manera desigual a nivel mundial y aunque la ciencia y la tecnología son clave para el desarrollo económico y social, por lo general se limitan al momento de promover la transferencia de conocimiento (Mormina, 2019).

Al igual que lo ocurrido durante la enfermedad conocida como Influenza en abril 2009, la pandemia por COVID-19 ha puesto sobre la mesa, términos, preguntas y explicaciones que, desde la ciencia, deberían visibilizar la importancia de la comunicación pública y la generación de mensajes y contenidos para públicos segmentados en los que la apropiación del conocimiento científico responda a las necesidades particulares de cada caso, de cada problema, de cada aproximación a la “nueva normalidad”. Resulta cada vez más evidente la relación entre la ciencia y el desarrollo de productos nuevos, como medicinas y

alimentos, entre otros; así como de procedimientos y hasta estilos de vida. Los conocimientos básicos, aunque sólo sean algunos de ellos, llegan cada vez con mayor rapidez a convertirse en avances tecnológicos (Aldana, 2012). Se ha creado conciencia del valor de la ciencia como elemento central de independencia económica.

### México y su Inversión en Ciencia

De acuerdo con Guerrero (1991), en la década de los setenta, México alcanzó su crecimiento económico mayor en la historia, permitiendo con ello, satisfacer las necesidades básicas de la población en salud, alimentos y educación, pues poseía una infraestructura y base industrial que le permitió no importar productos.

Sin embargo, en la actualidad, el Banco Mundial (World Bank, 2018) cataloga a México como uno de los países cuyas preocupaciones económicas y sociales incluyen salarios reales bajos, alto subempleo, distribución desigual del ingreso y pocas oportunidades de progreso para la población mayoritariamente indígena. En el Cuadro 1 se muestra a México, comparado con los cuatro países que invirtieron más en investigación y desarrollo de experimentos en el año 2012; y como se ve reflejado en el número de investigadores y solicitudes de patentes (CONACYT, 2013).

En 2017, Israel, Corea del Sur, Suiza, Suecia, Japón, Austria, Dinamarca, Alemania, Estados Unidos y Finlandia destacaron en los diez primeros lugares en gasto en investigación y desarrollo, con valores

**Cuadro 1. Comparativo de inversión en investigación, el número de investigadores y solicitudes de patentes en 2012.**  
**Table 1. Comparative investment in research, the number of researchers and patent applications in 2012.**

País	Gasto en investigación y desarrollo experimental <sup>†</sup>	Investigadores por país	Solicitudes de patentes
Estados Unidos	453.544	1252.948	542.815
China	293.550	1318.086	652.777
Japón	151.728	656.651	342.796
Alemania	102.238	338.608	61.340
México	8.694	46.121	15.314

Fuente: CONACYT (2013). <sup>†</sup>Millones de PPP/USD corrientes. La paridad del poder adquisitivo (PPP por sus siglas en inglés) es la tasa de conversión de moneda que elimina las diferencias en niveles de precios entre países.

Source: CONACYT (2013). <sup>††</sup>Million current PPP/USD. Purchasing Power Parity (PPP) is the currency conversion rate that eliminates differences in price levels between countries.

porcentuales en el rango de 4.58 a 2.76%. En el contexto mundial, nacional, regional y local, la investigación científica es pertinente. Países como los citados anteriormente, son ejemplo de que la articulación de la ciencia y la tecnología vinculada a sectores como la salud, la educación, la economía, la infraestructura, el medio ambiente, entre otros, son argumentos válidos para el crecimiento y desarrollo, y mejoran el bienestar de la población.

Los datos disponibles del Banco Mundial (World Bank, 2018) ubican a México en el lugar número 68, con 0.49% de gasto en investigación y desarrollo (% del Producto Interno Bruto), manteniendo este nivel constante desde 1996 sin rebasar el 0.5 % del PIB de inversión (FORDECYT, 2020). De acuerdo con esto, es claro que en México existe un gran rezago en innovación científica y desarrollo tecnológico y este rezago ha generado también un retraso económico y social lamentablemente acentuado en los últimos años. Este retraso nos obliga a importar tecnologías y bienes de consumo a costos elevados y nula competitividad, obligándonos a trabajar como maquiladores de los países desarrollados (Salgado y Ramírez, 2007).

La ciencia es una actividad costosa que requiere de instrumentos e insumos de alto precio, por lo que esta actividad debe de estar subsidiada por el gobierno, pero también por el sector productivo (Figura 1). La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), indica que, durante 2008 en los Estados Unidos, el sector productivo financió 67.3% de la inversión para ciencia y tecnología, mientras que el gobierno proveyó solo 27.05%. En México, sin embargo, el gobierno es la principal fuente de financiamiento para la ciencia y tecnología, sobre todo porque el sector productivo, casi inexistente, prefiere comprar la tecnología a países desarrollados en lugar de invertir en el desarrollo propio. De ahí la necesidad imperiosa de implementar una política científica que promueva los retos actuales en ciencia, tecnología e innovación en nuestro país. A México le urge una respuesta estratégica de las empresas, y su interacción con otras empresas, universidades, centros de investigación y otras instituciones que se ubiquen en el centro de un proceso de innovación definido como Sistema de Innovación (Freeman 1987; Nelson 1992). Un Sistema de Innovación se considera como un conjunto de actores como las empresas y otras

organizaciones e instituciones que interactúan en la generación, difusión y uso del nuevo conocimiento, dentro del proceso de producción y que sea económicamente útil.

Los Sistemas de Innovación están rodeados de diferentes esferas denominadas entornos, que se refieren a los sucesos y condiciones que influyen sobre el proceder del sistema, como son el económico y legal, financiero, científico, tecnológico y productivo. Como consecuencia de los entornos surgen estructuras de enlace con la finalidad de establecer y estrechar relación entre ellos y hacer más eficiente su interacción entre dichos entornos (Conesa, 1997<sup>1</sup>).

Bajo ese contexto, existen algunos avances recientes como el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 que propone una política nueva de desarrollo, basado en 12 principios entre los que destaca el principio de economía para el bienestar. Este principio considera el fortalecimiento y el impulso a la investigación, la ciencia, desarrollo de la tecnología y la innovación, con el objetivo de promover el bienestar de toda la población (SEGOB, 2019). Por su parte, la Coordinadora Sectorial de Ciencia y Tecnología en México (CONACYT), expide su Programa Institucional 2020-2024 el cual propone seis objetivos prioritarios para fortalecer la ciencia, la tecnología, la innovación, estricto cuidado al medio ambiente y de la riqueza biocultural. Establece la resolución de problemas prioritarios, fortalecer y consolidar las capacidades de la comunidad científica, humanística y tecnológica, así como ampliar el impacto de las ciencias que incidan en las políticas públicas para el bienestar social (SEGOB, 2020).

Sin duda, la pandemia COVID-19, está teniendo efectos en los nuevos retos de la política pública en materia de Ciencia y Tecnología a nivel global. Se están reconfigurando las estrategias de las innovaciones y desarrollo de tecnologías de la salud, la bioinformática, las nuevas formas de comunicación y realizar labores a distancia, la automatización, los alimentos, entre otros. Las sociedades y economías que logren adaptarse más rápido a estos nuevos retos y tengan las capacidades estructurales para hacer flexibles sus procesos, tendrán la posibilidad de salir más rápido de esta contingencia global.

En México la mayoría de la gente no sabe qué es la ciencia ni su utilidad, y mucho menos cree que es una actividad fundamental para el desarrollo del país.

<sup>1</sup> Conesa, F. 1997. Enfoque metodológico. pp. 89-109. In: F. Conesa (autor). Las oficinas de transferencia de resultados de investigación en el sistema español de innovación. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.



**Figura 1.** El Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (Cibnor) fue creado en 1975 mediante decreto del Gobierno del Estado de Baja California Sur y el CONACyT. Es una institución de investigación científica y académica con reconocimiento nacional e internacional, ubicada entre las mejores del país.

**Figure 1.** Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (Cibnor) was created in 1975 by decree posed by of the Government of the State of Baja California Sur and CONACyT. It is an institution of scientific and academic research with national and international recognition, located among the best in the country.

Con estas características no es de extrañar que los recursos destinados para la ciencia sean tan bajos, pues una actividad que no se valora ni se conoce, tampoco se apoya.

## DESARROLLO DEL TEMA

### Investigación Científica en México

En términos generales, el desarrollo del trabajo académico en las instituciones de investigación científica en México se realiza en cuatro ejes sustantivos: 1) La investigación científica propiamente; 2) La Formación de Recursos Humanos; 3) La Vinculación y; 4) La Apropiación Social del Conocimiento. Todo el trabajo usualmente desarrollado en estos cuatro ejes, como resultado de la Pandemia de COVID-19, en estos últimos meses de abril a septiembre de 2020, se ha desarticulado respecto a su desarrollo anterior. Dado que el regreso a las actividades se propuso para el mes de octubre de 2020, será menester efectuar ajustes a los procesos usuales para estar en condiciones de continuar con las actividades prioritarias que nuestro país requiere en el contexto de la nueva normalidad.

A continuación, se analizan las condiciones en las cuales, previamente se desarrollaban las actividades en estos cuatro ejes sustantivos, con recomendaciones de cómo sería factible ajustarlas, con el fin de desarrollarlas de la manera más eficiente en el futuro inmediato.

### Investigación Científica

El trabajo de investigación científica tiene varias fases principales.

#### Primera Fase: Búsqueda de Financiación

La primera fase para desarrollar investigación científica es la de conseguir financiación para desarrollarla. En México, las instituciones básicamente aportan el salario de las y los investigadores y un fondo de recursos simbólico que permite escribir y proponer Proyectos de Investigación para someterlos a los organismos que la financian. Para esta fase de propuesta y escritura de proyectos de investigación, se requiere que las y los investigadores proponentes tengan acceso a la información de fuentes de financiación, y que puedan reunirse con colegas de diversas instituciones

para definir los alcances y elaborar las propuestas que se someterán a las convocatorias. En esta etapa eran necesarias, reuniones presenciales entre investigadores y técnicos de diferentes instituciones, visitas físicas a los laboratorios para evaluar el material que estaba disponible y el que se necesitaría o el que era necesario reparar o adquirir. Asimismo, se hacían reuniones presenciales para efectuar una evaluación física de la infraestructura que se necesitaría para desarrollar el proyecto, incluyendo vehículos y embarcaciones.

**Problemática.** En la nueva normalidad las reuniones presenciales interinstitucionales serán prácticamente nulas.

**Recomendaciones.** Todas estas valoraciones previas de capacidades humanas, físicas, de laboratorios, infraestructuras, así como todas las reuniones para definir alcances de la propuesta y de la metodología para alcanzarlos, en el futuro inmediato deberán desarrollarse a través de medios remotos y virtuales. Definitivamente en estos meses tales capacidades de conexión remota han sido no solamente plenamente desarrolladas en todas las instituciones, sino enteramente asimiladas.

### Segunda Fase: Acopio de Datos

En la segunda fase, cuando se ha conseguido un Proyecto de Investigación con financiación, se requiere proceder al acopio de los datos, lo cual se realiza desarrollando trabajo de campo y trabajo de experimentación en laboratorio. El acopio de datos de campo ineludiblemente requiere presencialmente viajar en vehículos terrestres o marinos para la toma de mediciones fisicoquímicas, biológicas y de encuestas sociales y económicas. El trabajo experimental de laboratorio también ineludiblemente requiere de las actividades presenciales para el desarrollo de la experimentación requerida. Asimismo, el trabajo de investigación experimental requiere de la compra de insumos.

**Problemática.** Tanto los vehículos terrestres, como las embarcaciones marinas, así como todos los laboratorios experimentales, a partir de octubre 2020 reducirán significativamente sus aforos permitidos. Ello es debido a que, en la nueva normalidad, la distancia permitida entre un colega y otro será de por lo menos en un radio de 1.5 metros. Asimismo, las capacidades de adquisición de insumos en cada institución se reducirán drásticamente debido también a la reducción

de la capacidad de los aforos de los espacios en donde labora el personal encargado de su adquisición.

**Recomendaciones.** En el caso de los laboratorios proponemos que la restricción del aforo sea solucionada programando el trabajo presencial de manera escalonada, estableciendo horarios de utilización más amplios de cada laboratorio. Para ello se requeriría de un sistema de planeación de uso escalonado de los espacios, lo cual debe considerarse desde la elaboración y el sometimiento de la propuesta a financiación. Sin embargo, en el caso de los vehículos este radio de distanciamiento requerirá que, por ejemplo, para movilizar a cinco personas, lo que antes se hacía en un vehículo, en la nueva normalidad se requerirán de tres vehículos. La recomendación es que desde el planteamiento del proyecto se optimice la planeación de las salidas de trabajo de campo, inclusive restringiéndolas al mínimo indispensable en cuanto a extensión temporal, con el mínimo personal indispensable o que las desarrolle personal con capacidades múltiples. Si ello no es viable, entonces otras opciones serían, que el planteamiento del proyecto incluya la propuesta de financiación para la renta de vehículos, ello para complementar las capacidades limitadas que las instituciones tienen al respecto de la disponibilidad de vehículos. En otro caso, que el personal que participe en las campañas de toma de datos se realice previamente una prueba PCR para determinar la presencia del virus SARS-CoV-2 y solo participen si su prueba resulta negativa. Ambas posibilidades implican costos adicionales, que serán difíciles de asumir por las instituciones. Finalmente, el planteamiento de los alcances del proyecto a someter debe valorar previamente las capacidades reales en tiempo de adquisición de los insumos con los que cada institución tiene disponible.

### Tercera Fase: Análisis de Datos

La tercera fase que involucra el desarrollo de la investigación científica es el análisis conjunto de los datos o de las muestras recabadas. En esta fase usualmente mediante reuniones conjuntas presenciales se establecían los procedimientos a seguir y la asignación de responsabilidades, para posteriormente reunirse y revisar los avances obtenidos de este análisis. Asimismo, se requieren análisis de laboratorio de las muestras de campo, que implican participación de personal y adquisición de insumos.

**Problemática.** En la nueva normalidad las reuniones presenciales interinstitucionales serán prácticamente nulas y la presencia de personas (estudiantes y técnicos) en los laboratorios, plantea los mismos problemas que se plantearon en la fase anterior del aforo de los laboratorios.

**Recomendaciones.** Todos estos análisis conjuntos de los datos recabados, incluyendo las reuniones conjuntas presenciales para establecer los procedimientos a seguir y la asignación de responsabilidades deberán realizarse, en el futuro previsible, mediante medios remotos y virtuales. Para el trabajo de laboratorio, se deberán considerar diferentes turnos, como se recomienda en el punto anterior. Lo mismo se recomienda para la revisión de los avances obtenidos de este análisis.

#### **Cuarta Fase: Redacción de Artículo Científico y Tesis de los Estudiantes**

La cuarta fase que involucra el desarrollo de la investigación científica es el de la redacción del manuscrito científico y de las tesis de maestría, doctorado y en algunos casos la tesis de licenciatura. En esta fase usualmente mediante reuniones conjuntas presenciales se establecían la asignación de responsabilidades, para cada una de las secciones que comprenden las tesis, para generar de manera conjunta la versión inicial, posteriormente reunirse y revisar los avances obtenidos de esta redacción conjunta. Igualmente, involucra reuniones alumno-asesor.

**Problemática.** En la nueva normalidad las reuniones presenciales interinstitucionales estarán limitadas o no se podrán llevar a cabo.

**Recomendaciones.** Todas estas reuniones de asignación de responsabilidades, para cada una de las secciones que comprenden un manuscrito científico y de asesoría al desarrollo del manuscrito de las tesis, deberán realizarse, en el futuro previsible, mediante medios remotos y virtuales. Lo mismo se recomienda para las reuniones sucesivas de revisión de los avances obtenidos de esta redacción conjunta.

### **FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS**

La formación de recursos humanos de alto nivel comprometidos con impactar a través del desarrollo de actividades de investigación científica no solamente involucra el ofertar una serie de cursos. Involucra un proceso desde la selección del perfil del

aspirante, hasta el trabajo y desarrollo del protocolo de investigación científica, tanto en el trabajo experimental en laboratorios como en el trabajo de campo. La nueva normalidad nos impulsa, como áreas formadoras de recursos humanos, a plantear estrategias nuevas no presenciales con las que se cubran los temas clave para la formación del estudiante. Es momento de reestructurar planes de estudio que impulsen la globalización de la información digital de la que somos herederos actualmente. Algunas recomendaciones específicas son:

#### **Primera Fase: Selección de Alumnos**

A principios de 2020 se hacía énfasis en la especialización en la formación de recursos humanos, con base a ello se seleccionaban los perfiles para desarrollar investigación científica entre los candidatos más preparados. Para ello, además de cumplir con requisitos mínimos curriculares, tales como títulos y promedios mínimos de calificación, era necesario acudir presencialmente a las instalaciones de las instituciones de interés para efectuar exámenes de admisión. Los exámenes incluyen el de conocimiento y otro de idiomas, algunas instituciones incluyen una entrevista presencial de admisión.

**Problemática.** La nueva normalidad no permite las reuniones presenciales para examinar y entrevistar a los alumnos durante semáforo epidemiológico rojo, naranja o amarillo, no todas las instituciones cuentan con herramientas en línea, así como tampoco con plataformas para la recolección de documentos o para llevar a cabo exámenes y entrevistas en línea. El problema se transfiere además a los aspirantes, quienes muchas veces tampoco cuentan con las posibilidades de conexión requeridas. Sin embargo, las perspectivas que brinda el realizar admisiones en línea, abre un panorama más de oportunidades que de limitantes, puesto que es más sencillo para un aspirante conseguir algún medio de conexión cercano a su lugar de procedencia, que comprar un vuelo, pagar hospedaje y alimentación en el lugar de interés para hacer las entrevistas y los exámenes de admisión.

**Recomendaciones.** Todas estas reuniones presenciales para examinar y entrevistar a los alumnos en el futuro inmediato deberán desarrollarse a través de medios remotos y virtuales, afortunadamente, se utilizan herramientas gratis derivadas de tecnologías de código abierto, tales como, Google Meet, Zoom,

Hangouts, BlueJeans, Skype, FaceTime, entre otras. Definitivamente ello también abrirá la posibilidad de que excelentes candidatas y candidatos a quienes les era imposible pagar boletos de avión, hotel y estancia para viajar y acudir de manera presencial a realizar los exámenes y entrevistas de admisión, ahora estén en plena disponibilidad de hacerlo por vía remota, sin que el factor económico obre en contra de su aptitud. En este sentido también se vuelve importante identificar a las instituciones que aplican exámenes de admisión en línea, y promover dentro de los procedimientos de educación las modificaciones pertinentes para que todo fluya conforme a lineamientos. Es por ello, que la contingencia por COVID-19 abre una ventana de oportunidad para el crecimiento educativo.

### **Segunda Fase: Impartición de Cursos, Seminarios y Talleres**

Esta fase se vuelve realmente interesante para la formación de recursos humanos que van a desarrollar investigación científica, porque a la fecha, un criterio importante ha sido homogenizar su preparación teórica mediante su asistencia presencial a clases, seminarios y talleres. Usualmente los departamentos educativos para el efecto cuentan con aulas de clase, auditorios y salas de exposición.

**Problemática.** La nueva normalidad involucra una serie de estrategias, organización y cursos que permitan migrar de una manera veloz y con presupuesto reducido a cursos presenciales, seminarios y talleres que no podrán desarrollarse mientras los semáforos epidemiológicos no se encuentren en verde, es decir que la pandemia esté en recesión.

**Recomendaciones.** En este punto, la recomendación es ofertar cursos híbridos (entre lo presencial y lo virtual), estructurados de tal forma que las actividades prácticas puedan realizarse “en semáforo epidemiológico verde” y el resto de las actividades en aulas virtuales o por medios en línea. Es decir, si bien todas estas clases, seminarios y talleres presenciales deberán desarrollarse a través de medios remotos y virtuales, también podrían programarse clases presenciales en semáforo verde cuidando la sana distancia de 1.5 m. Muy interesantemente se puede recurrir a cursos en línea de otras instituciones, así como a videos que permitan acercar al estudiante a las habilidades que requieren. Asimismo, podemos utilizar los videos promocionales de algunas casas comerciales que abrieron sus

plataformas para la explicación de metodologías específicas o usos de equipos; es decir, enseñamos al estudiante a buscar su propia información en redes. La ventana de oportunidad que abrió esta pandemia a la educación en general es que hoy día podemos tener profesores e invitados de todo el mundo a nuestros cursos, clases y talleres. Si bien, esto era posible desde antes de COVID-19, no era algo que se visualizara con la claridad de la pertinencia y necesidad como hoy en día.

### **Tercera Fase: Desarrollo del Trabajo de Investigación del Alumno**

Salvo la fase 1 de búsqueda de financiación que generalmente recae en el director de tesis, el desarrollo del trabajo de investigación del estudiante se realiza generalmente de forma presencial, sobre todo en áreas que requieren salidas de campo o trabajo de laboratorio.

**Problemática.** Las reglas epidemiológicas emitidas por el gobierno federal establecen claramente que ningún estudiante podrá ingresar a instalaciones hasta que el semáforo epidemiológico no cambie a color verde (es decir, al fin de la pandemia). Esta responsabilidad complica a las instituciones educativas el hecho de que el estudiante cumpla con los objetivos experimentales de sus temas de tesis.

**Recomendaciones.** Para responder a un plan de trabajo realista en la nueva normalidad, debe existir una coordinación entre la institución, los tutores y el estudiante para que no se pierdan los parámetros de calidad de la institución, pero que se oferte un panorama al estudiante y tutor con el cual puedan avanzar. Es decir, las instituciones deberemos realizar modificaciones a nuestros reglamentos, lineamientos y procedimientos para facilitar entre otras cosas que, 1) el estudiante entregue toda su documentación, propuesta de tesis, avances, pre-doctoral, tesis final en línea; 2) el estudiante y el tutor propongan un programa de actividades híbrido desde su concepción para que la mayor parte de su trabajo sea utilizando material disponible en redes, y que pueda realizar experimentos muy puntuales cuando exista semáforo epidemiológico en verde; 3) las instituciones de investigación, debemos abrir las opciones para los estudiantes, por ejemplo, promoviendo la publicación de revisiones científicas derivadas de las tesis y meta análisis como opción para los casos en las que no se logre completar información experimental; 4) ofertar cursos en línea y apoyar con

cursos virtuales para cubrir las necesidades del perfil de nuestro estudiante; 5) las entidades de gobierno (como CONACyT, en el caso de México) deben gestionar y dar facilidades para estudiantes extranjeros, puesto que generalmente para tener acceso a becas deben demostrar que viven en México y tienen un ingreso.

Es importante señalar que las opciones para el acopio de datos hoy día son muy extensas, se pueden publicar cuestionarios virtuales por medios tan accesibles como WhatsApp, Google, Facebook, entre otros; se pueden utilizar herramientas de Sistemas de Información Geográfica, entrevistas, seminarios en línea (“webinarios”), foros de discusión, entre otros varios. La fase de redacción de tesis y artículos científicos es de las que más fácilmente se pueden desarrollar en línea, puesto que los participantes se reúnen eventualmente por medios virtuales para participar en alguna discusión, comparten información y hacen modificaciones en tiempo real al mismo documento con las herramientas gratis de Gmail.

La contingencia por COVID-19 vino a replantear la forma de educar, pero realmente no plantea algo diferente a lo que ya sabíamos que tenía que ser el siguiente paso, solo vino a ejercer presión para que las tecnologías virtuales se implementaran de manera acelerada como producto de una necesidad de vida o muerte.

## VINCULACIÓN

El trabajo de vinculación tiene varias fases principales.

### **Primera Fase: Identificación de Desarrollos Científicos y Tecnológicos con Potencial de Vinculación**

La primera fase para desarrollar vinculación es la de identificar aquellos resultados del trabajo científico y tecnológico que tengan potencial de vinculación. Para el efecto, los grupos de expertos en vinculación de una institución, de transferencia de conocimientos, de propiedad intelectual y de escalamientos de tecnologías, usualmente se reúnen presencialmente con los grupos de investigación y analizan en conjunto sus desarrollos. Al cabo de esta valoración conjunta se definen aquellos resultados que potencialmente tienen valoraciones positivas para ser registrados con derechos de autor y patentes.

**Problemática.** En la nueva normalidad las reuniones presenciales desarrolladas para el efecto de grupos amplios de trabajo serán prácticamente nulas.

**Recomendaciones.** Todas estas valoraciones previas de los resultados del trabajo científico y tecnológico con potencial de vinculación, en el futuro inmediato deberán desarrollarse a través de medios remotos y virtuales.

### **Segunda Fase: Interacción con Empresarios del Sector Social o Privado**

En la segunda fase, cuando se han conseguido identificar con precisión resultados del trabajo científico y tecnológico que tengan potencial de vinculación, se requiere reunirse presencialmente con aquellos empresarios del sector social y privado para el efecto de analizar a detalle la firma de convenios o contratos en los cuales se especifiquen a detalle, conforme a la normatividad vigente, los alcances de los mismos resguardando en todo momento la correcta valoración institucional de los desarrollos generados.

**Problemática.** En la nueva normalidad las reuniones presenciales desarrolladas para el efecto de grupos amplios de trabajo serán prácticamente nulas.

**Recomendaciones.** Todas estas valoraciones previas de los resultados del trabajo científico y tecnológico con potencial de vinculación, en el futuro inmediato deberán desarrollarse a través de medios remotos y virtuales.

## APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO

A partir de diversos autores como Dávila-Rodríguez (2020) es posible afirmar que, en la apropiación social del conocimiento, imperan tres principales premisas o criterios, 1) la convergencia del conocimiento en un contexto social; 2) la utilización del conocimiento científico en la solución de los problemas por distintos sectores y su aprecio por ello y; 3) la consolidación de una cultura científica que se concibe o valora como un bien patrimonial.

En un escenario en el que los diversos sectores de la sociedad demandantes de conocimiento transitan a la apropiación de las tecnologías por la imposibilidad del desplazamiento, el encuentro y la proximidad física, la ciencia espera por ser aprehendida, visitada y consultada con un apetito renovado. La interacción diaria con redes

sociales, los tiempos que otrora se habrían destinado a estar en actividades presenciales, el ocio no utilizado y la saciedad por la falta de producción de contenidos en plataformas de entretenimiento convencionales como la televisión o la radio, aunado al nuevo interés temático que ha posicionado a la ciencia como “algo” que transversalmente aparece en la vida cotidiana, se muestran como una coyuntura histórica a la que los centros de investigación científica y tecnológica estamos llamados a responder. Coincidiendo con algunos teóricos como Morin, referidos por Dávila-Rodríguez (2020), la apropiación social del conocimiento es multidimensional porque permite la incorporación de diversos tipos de conocimiento como el de la ciencia, los saberes y el conocimiento local entre otros, así como la diversidad de instancias que lo construyen. El hecho de la utilización de herramientas que permiten la interacción inmediata de nuestros públicos (RRSS) y percibir sus opiniones, reacciones, sugerencias o críticas, a la recepción de nuestra información, acusa una virtud que desde los medios tradicionales no se encontraba.

Es justamente la interacción lo que ha dado poder a nuestro público y es justamente en esta retroalimentación, que sería posible y deseable conocer el grado de apropiación que pudiera darse mediante la información generada.

Así, de manera cotidiana, un agricultor pudiera “monitorear” un sistema de riego mediante una aplicación telefónica que, a su vez, fuese reportada al científico que anota en una bitácora el resultado de una transferencia de conocimiento desde un proyecto en el que el agricultor pudiese intervenir con su saber y experiencia. Todo ello bajo la premisa de la vía remota en tiempos de pandemia y la utilización de las tecnologías de la comunicación al servicio de la ciencia. Aunque esto es aún una utopía, para el caso de la sociedad rural, es una posibilidad que vale la pena explorar.

Para el CIBNOR (Figura 2) y sus investigadores, las plataformas y el uso más reciente de redes sociales, la construcción de diversos puentes de comunicación para alcanzar la transferencia del conocimiento llega a un momento de madurez que deberá ponerse a prueba durante el episodio prolongado ocasionado por la pandemia que vive el mundo.

Para la construcción de ese discurso capaz de impactar en la solución de los problemas de los diversos sectores, mediante la utilización de los recursos probados como la televisión en línea, la radio y los diversos artículos que semanalmente y en colaboración con otros centros se posicionan en la prensa local y nacional, será necesario recurrir a los ajustes, adaptaciones y en su caso la confirmación de



**Figura 2. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., cuya misión es coadyuvar al bienestar de la sociedad mediante la realización de investigación científica, innovación tecnológica y formación de recursos humanos, en el manejo sustentable de los recursos naturales.**

**Figure 2. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., whose mission is to contribute to the welfare of society through scientific research, technological innovation and training of human resources, in the sustainable management of natural resources.**

los procesos que hasta ahora han hecho del centro, una institución responsable y comprometida con la difusión, la divulgación y la apropiación del conocimiento científico en la sociedad.

Uno de los ejes principales que aportan las instituciones públicas de investigación a nuestra sociedad es a través de las labores de apropiación social del conocimiento. Para el efecto usualmente se desarrollan las actividades siguientes:

1. Redacción de Artículos de Difusión y Divulgación.
2. Generación de Programas Televisivos y Radiofónicos.
3. Estancias de Trabajo de Divulgación en Comunidades locales.
4. Asistencia a Congresos de Especialistas.
5. Trabajo en Escuelas Primarias, Secundarias y de Bachillerato.

A continuación, desglosaremos cada uno de ellos.

### **Redacción de Artículos de Difusión y Divulgación**

En la redacción del manuscrito de difusión y divulgación, usualmente mediante reuniones conjuntas presenciales se establecían la asignación de responsabilidades, para cada una de las secciones que comprenden el mismo, para generar de manera conjunta la versión inicial del mismo, para posteriormente reunirse y revisar los avances obtenidos de esta redacción conjunta.

**Problemática.** En la nueva normalidad las reuniones presenciales interinstitucionales serán prácticamente nulas.

**Recomendaciones.** Todas estas reuniones de asignación de responsabilidades, para cada una de las secciones que comprenden un manuscrito de difusión y divulgación, deberán realizarse, en el futuro previsible, mediante medios remotos y virtuales. Lo mismo se recomienda para las reuniones sucesivas de revisión de los avances obtenidos de esta redacción conjunta.

### **Generación de Programas Televisivos o Radiofónicos**

En la elaboración de un Programa Televisivo o Radiofónico usualmente mediante reuniones conjuntas presenciales se establecía el guion de estos para posteriormente reunirse y revisar los avances obtenidos de esta redacción conjunta. También se realizan entrevistas presenciales y reportajes en vivo. Es indudable que, para el público lego, se posibilita

un mayor alcance a los contenidos que los científicos, las instituciones y los comunicadores de ciencia producen, en las plataformas de fácil y en muchos de los casos libre acceso que usan para la transferencia del conocimiento encaminado a la apropiación de este.

**Problemática.** En la nueva normalidad las reuniones presenciales interinstitucionales, serán prácticamente nulas. Las entrevistas y reportajes en vivo deberán seguir los protocolos de seguridad.

**Recomendaciones.** Todas estas reuniones presenciales para la elaboración de un programa televisivo o radiofónico, deberán realizarse, en el futuro previsible, mediante medios remotos y virtuales, es decir, a efecto de lograr la grabación o grabaciones que impliquen una entrevista, ésta deberá realizarse de manera virtual o se deberán seguir todos los protocolos de distanciamiento mínimo de 1.5 m y portar los elementos de protección personal (cubrebocas, careta). En el caso del levantamiento de imágenes de apoyo (reportajes), podrán realizarse por personal debidamente habilitado y posibilitado en términos de la contingencia (no encontrarse en grupos vulnerables). Para otros casos, el investigador o investigadora podrá hacer envío de sus imágenes vía digital.

### **Estancias de Trabajo de Divulgación en Comunidades Locales**

Para el desarrollo de estas estancias se requiere visitar presencialmente a tales comunidades. Este ha sido un mecanismo muy efectivo de transmitir vivencialmente actividades de ciencias, tanto a estudiantes como a la población en general. Las condiciones nuevas sugieren que se utilicen medios remotos de comunicación digital, pero para el estado de Baja California Sur es común que en muchas comunidades rurales no se cuente con ellos. Para el efecto entonces ineludiblemente se requiere presencialmente viajar en vehículos terrestres o marinos para llegar a estas comunidades.

**Problemática.** Tanto los vehículos terrestres como las embarcaciones marinas, así como todos los laboratorios experimentales, a partir de octubre 2020 reducirán muy significativamente sus aforos permitidos. Ello es debido a que, en la nueva normalidad, la distancia permitida entre un colega y otro será de por lo menos en un radio de 1.5 metros. Inclusive debido a esta distancia, la atención a grupos escolares ya no podrá hacerse de la misma forma.

**Recomendaciones.** En el caso de los vehículos, este radio de distanciamiento requerirá que, por ejemplo, para movilizar a cinco personas, lo que antes se podía hacer en un solo vehículo, en la nueva normalidad se requerirán de tres vehículos para movilizar las mismas cinco personas. La recomendación es que para la asistencia a tales comunidades se optimice la planeación de las salidas, inclusive restringiéndolas al mínimo indispensable en cuanto a extensión temporal o con el mínimo personal indispensable o que las desarrolle personal con capacidades múltiples. Además de utilizar a personal local que funcionen como multiplicadores. En otro caso, que las personas que compartan el vehículo, previamente se hayan sometido a una prueba de PCR para detección del virus SARS-CoV-2 y su resultado haya sido negativo a su presencia. Así también los grupos a atender serán menos numerosos, por lo que, si se quiere atender al mismo número de estudiantes que se hacía anteriormente, el número de horas a invertir tendrá que ser mucho mayor.

### Asistencia a Congresos de Especialistas

La asistencia a congresos de especialistas, especialmente los internacionales, requieren de transportes terrestres y aéreos, así como la presencia en auditorios.

**Problemática.** Tanto los vehículos terrestres como las embarcaciones, así como todos los auditorios a partir de octubre 2020 reducirán muy significativamente sus aforos permitidos. Ello es debido a que, en la nueva normalidad, la distancia permitida entre un colega y otro será de por lo menos en un radio de 1.5 metros.

**Recomendaciones.** Todas estas reuniones presenciales de especialistas deberán realizarse, en el futuro previsible, mediante medios remotos y virtuales.

### Trabajo en Escuelas Primarias, Secundarias y de Bachillerato

Para el desarrollo de este trabajo de inducción a la formación de nuevos científicos se requiere visitar presencialmente a las escuelas, para que los alumnos tengan la experiencia de hacer prácticas de ciencia interesantes y posiblemente despierte en ellos vocaciones. Esto se puede hacer en el patio escolar y pasando a todos los alumnos de la escuela poco a poco en grupos pequeños.

**Problemática.** En el futuro previsible la asistencia presencial de los alumnos de primarias, secundarias y bachilleratos será muy restringida inclusive para los propios alumnos. Esto se debe a que, en la nueva normalidad, la distancia permitida entre un colega y otro será de por lo menos en un radio de 1.5 metros.

**Recomendaciones.** Una estrategia que están debatiendo las autoridades educativas es la alternancia de días de asistencia de los alumnos.

Para el desarrollo del trabajo de inducción a la formación de nuevos científicos se requerirá desarrollar en el futuro previsible, videos que resulten muy atractivos y distribuirlos únicamente en aquellas escuelas que cuenten con medios remotos de comunicación digital. Otra alternativa será dar la atención presencial, pero involucrará aumentar el tiempo destinado, en lugar de un sólo día, se utilizaría al menos una semana, para poder brindar la experiencia a todos los alumnos de la escuela en grupos pequeños que guarden la sana distancia.

## CONCLUSIONES

Analizamos el futuro inmediato de las actividades de Investigación Científica y Tecnológica, Formación de Recursos Humanos, Vinculación y Apropiación Social del Conocimiento que las instituciones de educación superior y los centros de investigación de México realizan y que se verán afectadas por la nueva realidad que la pandemia por COVID-19 ha propiciado. En nuestro centro se están consolidando, en tiempos muy cortos, las plataformas digitales para enfrentar de manera positiva todos los aspectos del quehacer científico. Particularmente, desde el punto de vista de la transferencia social del conocimiento, en el CIBNOR, vemos que han aumentado desde el confinamiento las posibilidades reales de incrementar el interés por los temas de ciencia y la posibilidad de acceder a ellos mediante el uso de las tecnologías de la información (TIC's). Las instituciones de Investigación y de Educación Superior que logren adaptarse más rápido a estos nuevos retos, que innoven y tengan las capacidades estructurales para hacer flexibles sus procesos, tendrán más posibilidades de salir más rápido de esta contingencia global. Para el efecto de optimizar y abreviar tal periodo y la concomitante curva de adaptación, en esta contribución se puntualizan las recomendaciones requeridas que pueden de

inmediato aplicarse en los centros de investigación y en instituciones de educación superior tanto en México como en otros países latinoamericanos.

### DECLARACIÓN DE ÉTICA

No aplica.

### CONSENTIMIENTO PARA PUBLICACIÓN

No aplica.

### DISPONIBILIDAD DE DATOS

No aplica.

### CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de interés. El análisis se realizó en ausencia de cualquier relación comercial o financiera que pudiera interpretarse como un posible conflicto de interés.

### FONDOS

No aplica.

### CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: Alfredo Ortega Rubio y Ma. Carmen Blázquez Moreno. Escritura, preparación del borrador original: Alfredo Ortega Rubio y Ma. Carmen Blázquez Moreno. Escritura, revisión y edición: Alfredo Ortega Rubio, Ma. Carmen Blázquez Moreno, Bernardo Murillo Amador, Luis Felipe Beltrán Morales, Sara Díaz Castro, Gracia Gómez Anduro y Cinthya Castro Iglesias.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo de la Red Temática de Áreas Naturales Protegidas (RENANP-CONACyT), el apoyo del Proyecto 251919 de Ciencia Básica de CONACyT, el apoyo del proyecto No. 4631 del fondo problemas nacionales del CONACyT.

### LITERATURA CITADA

- Aldana, M. 2012. ¿Qué le falta a la ciencia en México? TEMAS 69: 26-30.
- CONACyT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). 2013. Informe general del estado de la ciencia, tecnología e innovación. Anexo Apéndice México en el Mundo. (Consulta: agosto 8, 2020).
- Dávila-Rodríguez, L. P. 2020. Apropiación social del conocimiento científico y tecnológico. Un legado de sentidos. Trilogía Cienc. Tecnol. Soc. 12: 127-147. doi: <https://doi.org/10.22430/21457778.1522>.
- Dossou, Y. L. and T. Y. Khvatova, 2020. Analysis of innovative activity of companies in developing countries on the example of west African countries. St. Petersburg State Polytech. Univ. J. Economics 13: 79-90. doi: <https://doi.org/10.18721/JE.13107>.
- FORDECYT (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC). 2020. Recursos financieros para ciencia, tecnología e innovación. <https://www.foroconsultivo.org.mx/FCCyT/proyectos/recursos-financieros-para-cti>. (Consulta: agosto 8, 2020).
- Freeman, C. 1987. Technology policy and economic performance. Lessons from Japan. London, UK. ISBN13: 978-0861879281.
- Guerrero, E. M. 1991. Políticas nacionales de información científica y tecnológica en México. Rev. Esp. Doc. Cient. 14: 35-43. doi: <https://doi.org/10.3989/redc.1991.v14.i1.34>.
- Herstatt, C., R. Tiwari, and B. Stephan. 2008. India's national innovation system: Key elements and corporate perspective. TIM/TUHHworking paper 51. Hamburg, Germany. doi: <https://doi.org/10.15480/882.292>.
- Morkovkin, D., D. Lopatkin, M. Sadriiddinov, T. Shushunova, A. Gibadullin, and O. Golikova. 2020. Assessment of innovation activity in the countries of the world. E3S Web of Confer. 157: 04015. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015704015>.
- Mormina, M. 2019. Science, technology, and innovation as social goods for development: rethinking research capacity building from sen's capabilities approach. Sci. Eng. Ethics 25: 671-692. doi: <https://doi.org/10.1007/s11948-018-0037-1>.
- Nelson, R. R. 1992. National innovation system: A retrospective on a study. Ind. Corpor. Change 1: 347-374. doi: <https://doi.org/10.1093/icc/1.2.347>.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). 2012. OECD Science, Technology and Industry Outlook. OECD Publishing. Paris. doi: [http://dx.doi.org/10.1787/sti\\_outlook-2012-en](http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2012-en). (Consulta: agosto 8, 2020).
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). 2014. OECD Science, Technology and Industry Outlook. OECD Publishing. Paris. doi: [http://dx.doi.org/10.1787/sti\\_outlook-2014-en](http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2014-en). (Consulta: agosto 8, 2020).
- Reshetnyak, O. 2020. Modeling rating of scientific and technological development of the countries. Innov. Technol. Sci. Solut. Indust. 1: 80-89. doi: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2020.11.080>.
- Salgado D., R. y J. Ramírez F. 2007. La ciencia en México. México, D.F.

- SEGOB (Secretaría de Gobernación). 2019. Gaceta Parlamentaria. Anexo XVIII. Plan Nacional de Desarrollo, 2019-2024. Palacio Legislativo de San Lázaro. Publicado el 30 de abril de 2019. CDMX, México.
- SEGOB (Secretaría de Gobernación). 2020. Diario Oficial de la Federación. Acuerdo por el que se expide el Programa Institucional 2020 del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Publicado el 23 de junio de 2020. CDMX, México.
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). 2020. Comunicación e información. <http://www.unesco.org/new/es/communication-and-information/>. (Consulta: agosto 8, 2020).
- Villota, J. M. 2020. La investigación como base fundamental de la innovación, diseño y optimización, herramientas indispensables para el desarrollo regional. *Rev. Biumar* 3: 102-105. doi: <https://doi.org/10.31948/BIUMAR3-1-art11>.
- World Bank. 2018. Mexico-Systematic Country Diagnostic (English). Washington, DC, USA. World Bank Group. <http://documents1.worldbank.org/curated/es/588351544812277321/pdf/Mexico-Systematic-Country-Diagnostic.pdf> (Consulta: agosto 8, 2020).