

Los datos abiertos de investigación en el Antropoceno

**RIVERA-GONZÁLEZ, Gibrán
DÍAZ-FRAGOSO, Omar**

ECORFAN®

ECORFAN-México

Autores

RIVERA-GONZÁLEZ, Gibrán. PhD
DÍAZ-FRAGOSO, Omar. MsC

Editor en Jefe

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesus. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Los datos abiertos de investigación en el Antropoceno

Ninguna parte de este escrito amparado por la Ley de Derechos de Autor, podrá ser reproducida, transmitida o utilizada en cualquier forma o medio, ya sea gráfico, electrónico o mecánico, incluyendo, pero sin limitarse a lo siguiente: Citas en artículos y comentarios bibliográficos, de compilación de datos periodísticos radiofónicos o electrónicos. Visite nuestro sitio WEB en: www.ecorfan.org

Primera Edición

ISBN: 978-607-8695-96-6

Sello Editorial ECORFAN: 607-8695

Número de Control B: 2023-02

Clasificación B (2023): 240323-0002

A los efectos de los artículos 13, 162, 163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169, 209, y otra fracción aplicable III de la Ley del Derecho de Autor.

Books

Definición de Books

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en las Áreas de investigación CONACYT y PRODEP.

ECORFAN-Mexico S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

Alcances, Cobertura y Audiencia

Books es un Producto editado por ECORFAN-Mexico S.C en su Holding con repositorio en México, es una publicación científica arbitrada e indizada. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de las Área de investigación CONACYT y PRODEP respectivamente con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias. El horizonte editorial de ECORFAN-Mexico® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

ANGELES - CASTRO, Gerardo. PhD
University of Kent

SALGADO - BELTRÁN, Lizbeth. PhD
Universidad de Barcelona

ARANCIBIA - VALVERDE, María Elena. PhD
Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca

SEGOVIA - VARGAS, María Jesús. PhD
Universidad Complutense de Madrid

PEREIRA - LÓPEZ, Xesús. PhD
Universidad de Santiago de Compostela

NIÑO - GUTIÉRREZ, Naú Silverio. PhD
Universidad de Alicante

DE SAN JORGE - CARDENAS, Xóchitl Ma Del Carmen. PhD
Universidad de Granada

MARTÍNEZ - PRATS, Germán. PhD
Universidad Nacional del Sur

FRANZONI - VELAZQUEZ, Ana Lidia. PhD
Institut National des Télécommunications

HIRA, Anil. PhD
Claremont Graduate School

Comité Arbitral

MANRÍQUEZ - CAMPOS, Irma. PhD
Instituto de Investigaciones Económicas – UNAM

MAGAÑA - MEDINA, Deneb Elí. PhD
Universidad del Mayab

QUIROZ - MUÑOZ, Enriqueta María. PhD
Colegio de México

VILLALBA - PADILLA, Fátima Irina. PhD
Instituto Politécnico Nacional

RASCÓN - DÓRAME, Luis Tomas. PhD
Instituto Pedagógico de Posgrado de Sonora

SÁNCHEZ - TRUJILLO, Magda Gabriela. PhD
Universidad de Celaya

ELIZUNDIA - CISNEROS, María Eugenia. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

FERNÁNDEZ - GARCÍA, Oscar. PhD
Instituto Politécnico Nacional

ARCOS - VEGA, José Luis. PhD
Universidad Iberoamericana

MORENO - ELIZALDE, María Leticia. PhD
Instituto Universitario Anglo Español

Cesión de Derechos

El envío de una Obra Científica a ECORFAN Books emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones científicas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Obra Científica.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Obra Científica se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding México considere pertinentes para divulgación y difusión de su Obra Científica cediendo sus Derechos de Obra Científica.

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación de la Obra Científica y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORCID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor de la Obra Científica.

Detección de Plagio

Todas las Obras Científicas serán testeadas por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandará a arbitraje y se rescindirá de la recepción de la Obra Científica notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todas las Obras Científicas se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homologo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del ECORFAN Books con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de la Obra Científica Modificado para Edición-Publicación.

Los datos abiertos de investigación en el Antropoceno

Open research data in the Anthropocene

RIVERA-GONZÁLEZ, Gibrán y DÍAZ-FRAGOSO, Omar

Instituto Politécnico Nacional – Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas

ID 1^{er} Autor: *Gibrán, Rivera-González* / **ORC ID:** 0000-0003-2805-5524, **Researcher ID Thomson:** O-3362-2017, **CVU CONACYT ID:** 218460

ID 1^{er} Coautor: *Omar, Díaz-Fragoso* / **ORC ID:** 0000-0001-7271-9469, **Researcher ID Thomson:** HDM-9712-2022, **CVU CONACYT ID:** 824663

DOI: 10.35429/B.2023.2.1.76

Los datos abiertos de investigación en el Antropoceno

El Book ofrecerá contribuciones seleccionadas de investigadores que contribuyan a la actividad de difusión científica del Instituto Politécnico Nacional para su área de investigación en la función de la Universidad ante los retos de la Sociedad del Conocimiento. Además de tener una evaluación total, en las manos de los directores del Instituto Politécnico Nacional, se colabora con calidad y puntualidad en sus capítulos, cada contribución individual fue arbitrada a estándares internacionales (RESEARCH GATE, MENDELEY, GOOGLE SCHOLAR y REDIB), el Book propone así a la comunidad académica, los informes recientes sobre los nuevos progresos en las áreas más interesantes y prometedoras de investigación en la función de la Universidad ante los retos de la Sociedad del Conocimiento.

Contenido

Abstract	1
Introducción	2
Capítulo I. Los problemas de la humanidad y el Antropoceno	4
Introducción	4
Dominio de la naturaleza	4
Inestabilidad por el dominio de la naturaleza	6
Una nueva era: el Antropoceno	7
Necesidad de un enfoque innovador	9
Referencias	11
Capítulo II. El devenir de la ciencia y los datos abiertos de investigación	14
Introducción	14
La ciencia como estandarte de progreso	14
Capitalización, desigualdad y opacidad en la ciencia	15
Ciencia Abierta y los datos abiertos de investigación	18
Referencias	21
Capítulo III. Iniciativas de datos abiertos de investigación en el mundo, Latinoamérica y México	25
Introducción	25
Iniciativas de datos abiertos de investigación	25
Reflexiones finales	33
Referencias	34
Capítulo IV. Los datos abiertos durante la pandemia de COVID-19	36
Introducción	36
Iniciativas de datos abiertos durante la pandemia	36
Reflexiones en torno a los datos abiertos durante la pandemia	44
Referencias	45
Capítulo V. Hacia una cultura de datos abiertos en la Ciencia	48
Introducción	48
La integridad	49
La infraestructura	50
El sistema de incentivos	51
Datos Abiertos para una Investigación e Innovación Responsables	52
Reflexiones finales	54
Referencias	54
Agradecimientos	58

Abstract

Throughout history, human beings have tried to dominate nature to guarantee their survival and well-being. For this reason, humanity has made use of the benefits that scientific and technological progress has provided. However, today we observe that the domination of nature results in alterations in nature that put the Earth as we know it at risk, as well as the viability of the human species. Among others, there are problems such as climate change, ocean acidification and the loss of biodiversity. In fact, some authors suggest that this period should be called the Anthropocene since human activity became the main geological force on Earth. This requires the intervention of the scientific community to face the problems that afflict society. However, the benefits of science have been limited for a few. For this reason, in this book Open Science and open research data are proposed as an alternative that allows the democratization of scientific knowledge to better address the problems of the Anthropocene. This book discusses the features of the Anthropocene, the development of science and Open Science, some open research data initiatives, as well as what is required to move towards an open research data culture. This book links two themes that took off in the last decade and that should be considered to face the uncertainty of the coming years.

Anthropocene, Climate change, Open Science, Open data, Open research data

Introducción

En la actualidad, los seres humanos son la especie dominante sobre la Tierra. Al respecto, una proporción importante de individuos goza de acceso a alimentación, seguridad, vivienda, salud, entretenimiento, transporte, entre otros privilegios. En este sentido, existe la idea de que la humanidad ha sido capaz de superar el umbral de la sobrevivencia para consolidarse como la única especie en el planeta que crece y se desarrolla a voluntad propia. Detrás de esta noción, se encuentran siglos de desarrollo en los que el ser humano ha sido capaz de conocer su entorno y dominarlo a su conveniencia. En especial, los individuos han aprovechado el progreso brindado por la ciencia y la tecnología para su beneficio. Sin embargo, en los últimos años el dominio y la explotación sobre la naturaleza exhibe consecuencias perniciosas. Los modos de producción en los que se sostiene la economía, así como la actividad humana tienen en su núcleo el uso de combustibles fósiles y la explotación intensiva del suelo. Lo anterior ha traído como consecuencia el calentamiento global, la acidificación de los océanos, la pérdida de biodiversidad, la propagación de enfermedades, así como consecuencias sociales que alteran la cotidianidad de las personas. Estos problemas son cada vez más palpables y obligan a cuestionar si está en riesgo el mundo como lo conocemos y la viabilidad de la especie humana sobre el planeta.

La institución científica es una de las esferas sociales que más aportaciones podría realizar para enfrentar los problemas que acechan a la humanidad. La ciencia sirvió a la humanidad para trascender el umbral de la sobrevivencia, pero hoy se requiere de su intervención para plantear soluciones contra el cambio climático y sus consecuencias. Sin embargo, esto se antoja complicado dadas las condiciones actuales de la institución científica. A partir del siglo XX, el conocimiento científico devino un bien privado sujeto a la voluntad de gobiernos, instituciones de educación superior, grupos editoriales y empresas. En consecuencia, el acceso a los beneficios de la ciencia se ha limitado a ciertos sectores de la sociedad. Sólo las naciones desarrolladas pueden garantizar el bienestar de sus ciudadanos a partir del desarrollo científico y tecnológico, mientras que los países menos desarrollados se mantienen al margen. En este orden de ideas, sería conveniente contar con una ciencia accesible para cualquiera con el mínimo de restricciones pues la apertura de sus elementos, como los datos de investigación, sería deseable para fomentar el trabajo colaborativo, la transparencia y el uso eficiente de recursos en la actividad científica. Por lo anterior, en este libro se discute acerca de la importancia que la apertura de los datos de investigación podría tener para encarar las problemáticas que, hoy en día, afligen a la humanidad.

El libro está estructurado en cinco capítulos. En el primer capítulo se describe cómo la humanidad ha aprovechado los recursos naturales para lograr su bienestar. Luego, se delinea cómo dicho aprovechamiento derivó en situaciones que representan un riesgo para la Tierra y la viabilidad de la vida sobre ella. Se introduce el Antropoceno como un concepto que permite entender el impacto que la humanidad ha tenido sobre el planeta, al grado de convertirse en la principal fuerza geológica. Por último, se reflexiona sobre la ciencia que se requiere para confrontar las problemáticas actuales.

En el segundo capítulo se aborda el papel de la ciencia en el desarrollo de la humanidad desde el siglo XVI hasta la actualidad. Después, se discute la capitalización del conocimiento científico a partir de la segunda mitad del siglo XX y los problemas que ha generado. Luego, se plantea la Ciencia Abierta como una alternativa con potencial para mitigar los problemas que aquejan a la institución científica. Finalmente, se revisa la apertura de los datos de investigación y los beneficios que ofrece para los miembros de la comunidad científica.

En el tercer capítulo se describen diversas iniciativas de datos abiertos de investigación para mostrar la naturaleza y la variedad de esfuerzos que se han desarrollado en el mundo, Latinoamérica y México. Se examinan ocho iniciativas provenientes de Norteamérica o Europa, dos de Latinoamérica y tres de México. Por último, se cierra el capítulo con algunas reflexiones en torno a las características de las iniciativas que se consideraron.

En el cuarto capítulo se examinan 16 iniciativas orientadas a compartir datos asociados con el virus SARS-COV-2 y se reflexiona sobre lo que representaron durante la pandemia y para la ciencia. En su conjunto estas iniciativas muestran el potencial de los datos abiertos en su contribución al bienestar colectivo de la humanidad.

Luego, en el quinto capítulo se reflexiona sobre cómo transitar hacia una cultura de datos abiertos en la ciencia. En este sentido, se argumenta que es necesario repensar la integridad en la ciencia, desarrollar infraestructura para compartir datos y replantear el sistema de incentivos. Para finalizar, se reflexiona sobre cómo la reinención de estos tres elementos favorece que las actividades de investigación e innovación se desarrollen de manera responsable para afrontar los problemas del Antropoceno.

Capítulo I. Los problemas de la humanidad y el Antropoceno

Introducción

En este capítulo se abordan los problemas que actualmente enfrenta la humanidad y su relación con el Antropoceno. Primero, se describe el empeño que los seres humanos han puesto en dominar la naturaleza y cómo esto ha favorecido el crecimiento económico y el progreso social. Al respecto, se enfatiza lo sucedido durante la Revolución Industrial y la segunda mitad del siglo XX. Luego, se revisa cómo la dominación de la naturaleza en beneficio del progreso humano ha tenido consecuencias indeseables en términos climáticos que ponen en riesgo la supervivencia de la humanidad, de otras especies y del planeta como lo conocemos. Después, se examina cómo la alteración del funcionamiento del planeta a causa de las actividades humanas merece, según una parte de la comunidad científica, la inauguración de una nueva era geológica denominada Antropoceno. Sobre este concepto se describe su origen, su poder explicativo y su potencial para acercar las ciencias naturales, las ciencias y las humanidades. Por último, se concluye el capítulo con una reflexión sobre el papel y los rasgos que debe tener la ciencia para coadyuvar en la búsqueda de soluciones ante los graves problemas que aquejan a los seres humanos y a la naturaleza.

Dominio de la naturaleza

A lo largo de la historia, el ser humano ha buscado la manera de dominar la naturaleza. Inicialmente, el proceso de dominación fue con la intención de garantizar la supervivencia de pequeños asentamientos humanos que se dedicaban a la recolección y la caza. Si bien, a menudo, se retrata que los primeros hombres sobre la tierra vivían de forma armoniosa con la naturaleza, evidencia científica reciente revela que, desde entonces, el hombre tuvo un impacto sobre el ambiente a causa de la depredación y modificación de los paisajes con el uso del fuego (Pyne, 1997). En este sentido, la modificación de los ecosistemas tenía la intención de obtener ventaja en la recolección de alimentos vegetales o en la caza de animales (Steffen, Grinevald, et al., 2011). Más aún, Steffen et al. (2007) señalan que el fuego permitió que los primeros habitantes mantuvieran a distancia a los animales peligrosos y contribuyó a la transición hacia una dieta rica en proteínas y de fácil digestión. Dicha transición favoreció el desarrollo de mejores capacidades cognitivas y físicas entre los individuos lo que se tradujo en la generación, acumulación y transferencia de conocimiento. De acuerdo con McNeill (2019), lo anterior dio lugar a la revolución agrícola del Neolítico en la que las plantas y los animales fueron domesticados, la agricultura ganó terreno y las primeras ciudades, así como civilizaciones se establecieron.

En Occidente, el fin de la agricultura como actividad dominante de la empresa humana llegó en los últimos años del siglo XVIII. Este periodo es conocido como la Revolución Industrial y tuvo su origen en la Gran Bretaña. Para Steffen et al. (2011), la Revolución Industrial representa un hecho fundamental pues hasta el momento se trata de la más importante transición en la historia de la humanidad. El periodo de industrialización se detonó gracias al uso de combustibles fósiles y la invención de la máquina de vapor. Hasta ese momento, los seres humanos dependían de la energía proveniente del viento, el agua, las plantas y los animales, sin embargo, los combustibles fósiles dieron oportunidad de acceder a energía almacenada durante millones de años producto del proceso de fotosíntesis (Steffen et al., 2007; Steffen, Grinevald, et al., 2011). Más aún, se trataba de una fuente de energía de fácil transportación y de acceso relativamente sencillo. Por otra parte, la máquina de vapor aprovechaba la energía del carbón para calentar agua y la convertía en vapor caliente cuya expansión sirvió como fuerza motriz para el desplazamiento de mecanismos lo que permitió dejar a un lado la dependencia de la energía hidráulica que únicamente se encontraba cerca de cuerpos de agua (McNeill, 2019). Es decir, el vapor y la energía derivada de éste podía obtenerse en casi cualquier sitio.

La Revolución Industrial impulsó grandes transformaciones en la historia de la humanidad. De hecho, los combustibles fósiles y las tecnologías, como la máquina de vapor, disminuyeron radicalmente las restricciones asociadas con el suministro de energía. Asimismo, se transitó de una manufactura basada en el uso de herramientas manuales hacia una manufactura basada en maquinaria (McNeill, 2019). Entre otros beneficios, durante este periodo la producción de fertilizantes incrementó, debido a la reducción en las restricciones para producir alimentos; mejoraron los sistemas de sanitización lo que disminuyó la aparición de enfermedades, así como las tasas de mortalidad; algunas regiones se especializaron en la producción de materias primas mientras que otras se enfocaron en la fabricación de bienes a partir de éstas; y aumentó la eficiencia de los sistemas de transporte y de comunicación lo que estrechó los vínculos sociales existentes (McNeill, 2019; Steffen et al., 2007; Steffen, Grinevald, et al., 2011; Steffen, Persson, et al., 2011). En este sentido, los beneficios descritos impactaron en términos culturales, económicos, sociales y técnicos pues cambiaron las formas de trabajo, producción y consumo de la sociedad por lo que algunos autores coinciden en que en esta fase se sentaron las bases de las sociedades altamente dependientes en energía basada en combustibles fósiles, así como de la economía mundial globalizada (McNeill, 2019; Zamora et al., 2016). Cabe señalar que el proceso de industrialización no se desarrolló de la misma manera en todo el mundo. Al respecto, McNeill (2019) y Steffen (2019) enfatizan que si bien éste comenzó en la Gran Bretaña, en otras partes del mundo tuvo lugar hasta el siglo XX.

Otro momento clave en la dominación de la naturaleza por parte del ser humano sucedió en la segunda mitad del siglo XX. Este periodo se denomina La Gran Aceleración y corresponde a los años que transcurrieron entre 1945 a 2000. Según Steffen (2013), tal periodo se caracteriza por la velocidad y la omnipresencia de los cambios provocados en la naturaleza a causa de la actividad humana. Lo anterior está relacionado con el desarrollo científico y tecnológico que se alcanzó durante Segunda Guerra Mundial. En relación con esto, Steffen et al. (2007) mencionan que algunas tecnologías desarrolladas para la guerra y que dependían del uso de combustibles fósiles fueron convertidas en mercancías que se introdujeron al mercado lo que impulsó la innovación, así como el crecimiento económico. En este punto, el crecimiento devino un imperativo que permeó el núcleo de las esferas económica, social y política de las naciones en Occidente.

A saber, en 50 años la población se multiplicó a seis billones para finales del siglo XX, la economía global creció en más de 15 veces, el consumo de petróleo aumentó y, de finales de la Segunda Guerra Mundial a la última década del siglo XX, el número de vehículos de motor pasó de 40 millones a 700 millones (Steffen et al., 2007). De igual forma, el número de habitantes que abandonó la vida en el campo para trasladarse a las ciudades creció de 30 a 50 por ciento con respecto a la población mundial (Steffen, Grinevald, et al., 2011). En fin, las ciudades se convirtieron en espacios territoriales esenciales para el crecimiento económico y la innovación, donde la extracción y el uso desmedido de combustibles fósiles y recursos naturales se volvió una práctica común.

Posterior al año 2000, la narrativa de éxito en torno a la empresa humana y su dominio sobre la naturaleza siguió presente. Deaton (2013) afirma que, en los últimos 250 años, la humanidad ha sido capaz de ingeniárselas para escapar del estado de carencias que persistía antes de la Revolución Industrial. Whitmee et al. (2015) argumentan que se ha logrado disminuir la pobreza, así como progresar en salud, educación, derechos humanos y tecnología, lo que ha traído importantes beneficios para la humanidad. También ha sido capaz de manipular la naturaleza para tratar de garantizar el acceso a alimento y energía que requiere la sociedad. En otras palabras, el progreso humano ha alcanzado cierto nivel de desarrollo que, en algunos casos, permite modificar el clima, protegerse ante condiciones extremas, y adaptar tecnologías y prácticas para lograr la supervivencia y la prosperidad (Hulme, 2011). La especie humana ha aprovechado los recursos naturales que la Tierra provee para sustentar su progreso. Así pues, ha intercambiado procesos reguladores del planeta para intensificar el crecimiento y el desarrollo de la población (Harden et al., 2014; Whitmee et al., 2015). No obstante, la propia humanidad ha ignorado los efectos no deseados que el dominio de la naturaleza trae consigo.

Inestabilidad por el dominio de la naturaleza

En los últimos 300 años, las actividades humanas han impactado significativamente el medio ambiente. Parte de ello se explica porque la demanda descomunal de energía de la sociedad ha sido satisfecha con el uso de combustibles fósiles. De hecho, la invención y el funcionamiento de diversas tecnologías que se desarrollaron después de la Revolución Industrial depende de estos. Tal es el caso de aeronaves, motosierras, camiones, pesticidas, iluminación, entre otras. Si bien el desarrollo tecnológico es considerado por algunos una panacea que ha favorecido el crecimiento económico y el bienestar de la población, para otros es una fuente de peligro que pone en riesgo la estabilidad de la naturaleza por la emisión de gases contaminantes que genera (Myrdal, 2013; Robin et al., 2013b). En especial, cuando la fabricación de la tecnología requiere de insumos cuya obtención impacta el medio ambiente y su aplicación contribuye a la modificación de este (McNeill, 2019). Whitmee et al. (2015) enfatizan que el desarrollo tecnológico no ha logrado reducir la huella ecológica ejercida por la humanidad sobre el entorno pues, por el contrario, ha estimulado patrones ineficientes de producción y consumo entre los individuos. Lo anterior es evidente en el incremento de emisiones de CO₂ hacia la atmósfera, lo que está directamente relacionado con la combustión de combustibles fósiles provenientes de la manufactura, así como del consumo de productos y servicios.

Otra actividad causante de la emisión de gases nocivos hacia la atmósfera es la agropecuaria. Debido al incremento sin precedente de la población mundial a partir de la Revolución Industrial, devino necesario establecer los mecanismos que permitieran garantizar su alimentación. Al respecto, se han modificado ecosistemas naturales con el fin de acondicionarlos a la necesidades de la humanidad, promoviendo así que se utilicen para que las personas habiten o lleven a cabo actividades de agricultura y ganadería (Steffen, Grinevald, et al., 2011). La agricultura moderna es una de la principales causas de contaminación pues el uso de fertilizantes activa grandes cantidades de fósforo, metano y nitrógeno que terminan en los cuerpos de agua, las zonas costeras y en la atmósfera (Rockström et al., 2009; Saunio et al., 2016).

Del mismo modo, Whitmee et al. (2015) señalan que las técnicas de ganadería intensiva provocan la degradación del suelo lo que se traduce en su desertificación. Una vez que el suelo es desertificado ya no es apto para cultivo. De hecho, existen cifras que muestran que, anualmente, entre 1 y 2.9 millones de hectáreas de tierra se vuelven inservibles para cultivo a causa de la actividad humana (Lambin & Meyfroidt, 2011). Lo último es inquietante pues se estima que la población mundial seguirá en aumento y, por ende, la demanda de alimento (Whitmee et al., 2015); no obstante, los recursos que brindan seguridad alimentaria se están agotando.

La emisión de contaminantes hacia la atmósfera, así como la degradación del suelo tienen consecuencias perniciosas para el planeta. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2019) (IPCC por sus siglas en inglés) advirtió que la emisión de gases de efecto invernadero, especialmente CO₂, es responsable del calentamiento del planeta desde mediados del siglo XX. Se estima que este calentamiento sea de al menos dos grados centígrados y tenga como resultado la extinción de especies, el derretimiento de los polos, el incremento del nivel de los océanos, así como el aumento de precipitaciones y sequías (Steffen et al., 2007; Steffen, Persson, et al., 2011). Cabe señalar, que distintos autores enfatizan que la responsabilidad en la emisión de gases de efecto invernadero no es la misma para toda la humanidad. Si bien en la actualidad China es el principal emisor de CO₂, Steffen, Persson, et al. (2011) señalan que los países miembros de la OCDE fueron los principales responsables de la emisión de gases durante la mayor parte del siglo XX y, las naciones más prósperas, de la acumulación de 80% de las emisiones de CO₂ hacia la atmósfera desde 1751. Asimismo, los miembros de la OCDE exhiben los más altos niveles de consumo, lo que según Steffen et al. (2015) se asocia con una mayor huella ecológica sobre el planeta. Lo anterior revela que el dominio de la naturaleza y su aprovechamiento ha sido desigual alrededor del mundo. Desafortunadamente, se coincide con Moore (2017) en que, por injusto que parezca, todos pagarán las consecuencias.

Adicionalmente, la pérdida de flora y fauna es otro de los efectos perjudiciales por causa del cambio climático. Zamora et al. (2016) mencionan que la actividad humana es responsable por afectar las comunidades bióticas lo que genera la desaparición de especies, así como graves niveles de contaminación. Algunas de las amenazas hacia las especies son la degradación de los hábitats naturales, la sobreexplotación de recursos naturales, la contaminación, la introducción de especies invasivas, entre otras (Whitmee et al., 2015). Diversos autores coinciden en que la pérdida de biodiversidad afecta el funcionamiento de los ecosistemas. Rockström et al. (2009), señalan que aunque la extinción de especies ocurra a nivel local o regional, dicho fenómeno puede tener efectos negativos en la actividad de los sistemas acuáticos y terrestres del planeta. Del mismo modo, Steffen, Persson, et al. (2011) indican que la pérdida de biodiversidad es grave pues ésta contribuye a la regulación del clima, así como a la remoción de contaminantes del medio ambiente. Un ejemplo interesante es la acidificación del océano. Según Whitmee et al. (2015) la absorción atmosférica de CO₂ ha provocado un incremento en la acidez de los océanos lo que a su vez reduce la saturación de algunas formas de carbonato de calcio que es aprovechado por algunas especies marinas. Esto disminuye la tasa de supervivencia de ciertas especies y compromete la estabilidad de distintas partes de la cadena alimenticia, al grado de que en unos cientos de años algunas colapsarán.

Los esfuerzos no han sido suficientes para detener la pérdida de biodiversidad. A pesar del incremento de áreas que se han declarado protegidas, la realidad es que el declive en el número de especies vertebradas, la deforestación y la degradación de arrecifes de coral no disminuye (Steffen, Grinevald, et al., 2011). Ciertamente, la amenaza de extinción para las especies es elevada. De acuerdo con Rockström et al. (2009), alrededor de 30% de los mamíferos, las aves y los anfibios corren el riesgo de desaparecer este siglo y la tasa de extinción de las especies es de 100 a 1000 veces más elevada de lo que se considera natural. Por ello, Steffen (2019a) asevera que, como humanidad, estamos en camino hacia un evento de extinción masiva. En caso de ser así, debemos estar conscientes de que los cambios por venir serán irreversibles y tendremos que hallar la manera de continuar con la viabilidad de la especie humana. Lo anterior, invita a reflexionar qué punto ha alcanzado la sed de dominio de la humanidad sobre la naturaleza. Hoy en día, señala Dalby (2016), los seres humanos, principalmente ricos y poderosos, tienen en sus manos la capacidad de decidir el destino de otras especies. Optar por un camino u otro tendrá sus consecuencias, no sólo en términos físicos, pero también sociales.

El cambio climático y sus efectos tienen un impacto en la vida cotidiana de las personas. Aun cuando no se mencione con frecuencia, los estragos de la deterioración del medio ambiente son causantes de movimientos migratorios, desnutrición, pobreza, afecciones mentales, propagación de enfermedades, así como del estallamiento de conflictos armados. En relación con esto, Whitmee et al. (2015) realizan una descripción completa sobre las consecuencias sociales que el cambio climático tiene en la actualidad. En este sentido, los eventos naturales extremos y la degradación de los ecosistemas provocan que grupos de personas se desplacen, de manera forzada, hacia otros lugares con el fin de hallar medios de subsistencia. Esto puede detonar problemas de depresión pues a las personas les afecta dejar su entorno y sus pertenencias, así como la dificultad de reubicarse en otro sitio. También, la imposibilidad de acceder a alimentos provoca que, en las comunidades vulnerables, se perpetue la pobreza y se extienda la desnutrición. Por otra parte, las especies animales que tienen que migrar a sitios diferentes para sobrevivir, estimulan el riesgo de emergencia o propagación de enfermedades que, previamente, no se tenían identificadas o estaban bajo control. Este fenómeno, por ejemplo, ha sido observado en la diseminación de la malaria por los mosquitos (Giles, 1999). Lo anterior, permite constatar que la relación entre el medio ambiente y la humanidad está íntimamente entrelazada, por lo que el destino de uno tiene efectos sobre el otro.

Una nueva era: el Antropoceno

Recientemente, las manifestaciones del cambio climático como la concentración de gases en la atmósfera, la acidificación de los océanos y la pérdida de biodiversidad, dan pie a cuestionamientos sobre la responsabilidad que la humanidad tiene sobre la degradación de la naturaleza. Al respecto, se plantea que el cambio climático se ha desviado de su proceso natural pues éste ha sido causado por las actividades humanas de los últimos 300 años. Por lo anterior, es pertinente preguntar sobre la conveniencia de inaugurar una nueva división en la escala temporal geológica en la que los cambios observados en la Tierra no son causados por el curso normal de la naturaleza sino, en mayor grado, por obra del ser humano.

En este sentido, en febrero del 2000 Paul Crutzen y Eugene Stoermer introdujeron por primera ocasión el término Antropoceno para designar la época geológica actual (Crutzen & Stoermer, 2000; Zamora et al., 2016). Dos años después, Crutzen (2002) escribió un breve artículo sobre el término en la revista *Nature*, lo que contribuyó a brindarle mayor visibilidad. Contrario a lo que sucede con la mayor parte de nuevos conceptos, el concepto Antropoceno tuvo un ascenso meteórico entre la comunidad científica e, incluso, en el discurso público (Brondizio et al., 2016; Zalasiewicz et al., 2019). Esto es notable pues, hasta el día de hoy, el concepto no ha sido ratificado de manera oficial.

En parte, una de las razones por las que el concepto no ha sido ratificado oficialmente, es porque aún no existe consenso sobre cuándo es la fecha de inicio del Antropoceno. Por un lado, existe una corriente de pensamiento que señala que el surgimiento del Antropoceno debe ser situado en la época en que se descubrió América. Algunos de los argumentos que se mencionan son que la llegada de los europeos trajo consigo la introducción de nuevas especies, la propagación de enfermedades, el intercambio de mercancía, así como nuevas técnicas agropecuarias que modificaron el entorno. Sobre esto, Wagreich et al. (2019) señalan que la evidencia científica, especialmente los niveles de CO₂, no es significativa por lo que dicha propuesta no es viable. Otras propuestas son que el Antropoceno tiene su origen en la Revolución Industrial o durante la Gran Aceleración. Aunque para Crutzen y Stoermer (2000) el comienzo del Antropoceno data de finales del siglo XVIII con el inicio de la industrialización. Por su parte, Steffen et al. (2015) indican que el periodo posterior a 1950 es el mejor candidato pues la evidencia científica muestra cambios fundamentales en el estado y el funcionamiento del planeta. Dicho periodo coincide con la globalización, el desarrollo tecnocientífico, la era nuclear, la explosión demográfica y el rápido crecimiento económico mundial (Steffen, Grinevald, et al., 2011). Más aún, en ese lapso se constata un incremento radical en el consumo de recursos naturales y en la modificación del entorno en beneficio de la humanidad (Trischler, 2017). Independientemente de la polémica sobre la fecha de inicio, en los últimos 20 años el uso del concepto se ha extendido significativamente.

El auge del concepto Antropoceno puede ser entendido por el poder explicativo que ofrece en la actualidad. De acuerdo con sus proponentes, el Antropoceno sirve para designar una nueva era geológica en que la humanidad es la principal responsable por la transformación que ha sufrido la Tierra (Crutzen & Stoermer, 2000; Trischler, 2017; Zamora et al., 2016). Entre otros, la contaminación atmosférica, el calentamiento global, la pérdida de biodiversidad y la acidificación de los océanos provocada por la quema de combustibles fósiles, la explotación intensiva del suelo y las tendencias de consumo de los últimos 300 años. Por ello, el concepto enfatiza el papel del individuo en términos geológicos y ecológicos (Steffen, 2013; Whitmee et al., 2015). En este orden de ideas, se considera que la humanidad representa una fuerza geológica global y no un actor más en el medio ambiente, por lo que es equiparable a otras grandes fuerzas de la naturaleza que influyen en el funcionamiento del planeta (Dalby, 2016; Steffen, Persson, et al., 2011). Más aún, este concepto trasciende la disciplina de la geología pues su devenir muestra su utilidad en otras esferas. De acuerdo con Brondizio et al. (2016), el Antropoceno ofrece un marco de análisis novedoso que favorece el examen de la relación entre el individuo y la naturaleza, así como el uso de narrativas que consideran aspectos culturales. Es decir, ahora la Tierra es observada como un sistema socio-ecológico interdependiente. De igual forma, para Dalby (2016) el cambio es radical, pues el término ha detonado la discusión política y filosófica sobre lo que se debe hacer, el futuro de la humanidad, el potencial de la tecnología, y las perspectivas de la civilización. En fin, el Antropoceno como concepto es cautivador debido a su capacidad para encender la discusión en términos geológicos, filosóficos y sociales.

Parte importante de la seducción que genera el Antropoceno proviene de la ruptura con las formas previas de entender la relación entre la naturaleza y la humanidad. Hoy en día, es imposible separar las actividades humanas de la naturaleza. El cambio climático implica que los cambios biofísicos y socioeconómicos están alterando la estructura y el funcionamiento de la Tierra (Steffen et al., 2007, 2015). Por un lado, el uso de combustibles fósiles y la explotación intensiva del suelo, causa concentración de gases contaminantes en la atmósfera, sobrecalentamiento del planeta, acidificación de los océanos y pérdida de especies; por el otro, estos fenómenos generan escasez de alimentos, propagación de enfermedades, migraciones forzadas, conflictos armados, así como pobreza. Es decir, se trata de un ciclo en el que los individuos degradan el medio ambiente y, posteriormente, la degradación ambiental tiene efectos negativos en la vida de las personas.

Si bien algunos autores señalan que el concepto Antropoceno no captura las asimetrías asociadas con la manera en que los individuos experimentan el cambio climático (Bauer & Ellis, 2018; Moore, 2017), en esta obra se coincide con Zamora et al. (2016) en que el concepto tiene el potencial de liberarnos de la dicotomía naturaleza/cultura que ha estado arraigada en el pensamiento occidental desde el siglo XVII. Para ello, es necesario distanciarse de la concepción meramente geológica del término, con el fin de promover un enfoque de investigación crítico en el que las personas, así como los grupos sociales sean reconocidos en su contexto y se preste atención a su espacio, lugar, política, poder y cultura (Lövbrand et al., 2015). Lo anterior, permitiría la proposición de soluciones reales que tengan impacto significativo en la vida de las personas.

En este orden de ideas, el concepto Antropoceno trasciende el campo de estudio de la geología. Aunque el concepto surgió para designar una nueva era geológica en la que la humanidad es responsable por los cambios climáticos del planeta, la ruptura de la dicotomía naturaleza/cultura ha incentivado el acercamiento de las ciencias sociales y las humanidades. Una de las críticas al uso del concepto desde la geología es que ignora los orígenes, así como las consecuencias sociales que han derivado en los problemas que se tienen en la actualidad (Ellis et al., 2016). Por ello, el hecho de que se trate de un concepto reciente y que aún está en construcción favorece las contribuciones desde otras disciplinas. Al respecto, se concuerda con Robin et al. (2013a) en que, conceptualmente, se trata de una herramienta transdisciplinaria en la que las ciencias sociales y las humanidades tienen el potencial de permitir entender cuál fue, es y será el papel de la humanidad en el planeta. De hecho, desde estas áreas del conocimiento se entiende el Antropoceno como una era de oscuridad en la relación entre el ser humano y el medio ambiente en la que la modernidad y el eurocentrismo han provocado el cambio climático y sus consecuencias (Bauer & Ellis, 2018). También, esta perspectiva brinda la oportunidad de entender que los problemas del Antropoceno no se experimentan por igual en todo el mundo (Lövbrand et al., 2015) y, por ende, las soluciones que se planteen debe responder a las necesidades de cada contexto. En fin, la ruptura de la dicotomía, así como la novedad del concepto son una oportunidad para examinar el cambio climático desde distintos enfoques; especialmente, cuando se considera que el ser humano está al centro del fenómeno.

El involucramiento de las ciencias sociales y las humanidades es comprensible pues, hasta el momento, las medidas que se han propuesto para mitigar el cambio climático no han sido suficientes. Históricamente, en el caso de la ciencia, la discusión sobre este fenómeno ha sido liderada por las ciencias naturales; por esta razón, los aspectos sociales y políticos asociados han sido ignorados (Brondizio et al., 2016; Dalby, 2016). Esto es sorprendente dado que el origen del cambio climático y sus consecuencias, exhiben una relación íntima con las actividades humanas. Ni los geólogos, meteorólogos y sus colegas están capacitados para entender todas las interacciones que existen entre los individuos y la naturaleza (Malm & Hornborg, 2014). Por ello, es peligroso permanecer con el enfoque reduccionista que la ciencia moderna y el paradigma positivista han impuesto para el estudio de lo que nos rodea. Lo anterior se puede constatar en el reduccionismo que se ha trasladado y que emana en los análisis sociales, económicos y políticos de los últimos 200 años (Hulme, 2011). El reduccionismo es problemático porque no permite comprender la complejidad de las interacciones ambientales, sociales y políticas que están presentes en los problemas del Antropoceno. Tampoco, da cuenta de las ideologías, prácticas, visiones y valores de la humanidad. En este sentido, se coincide con Malm y Hornborg (2014) que el reduccionismo limita la agencia y la creatividad del individuo, así como el entendimiento de las dinámicas de la vida en sociedad. Por ello, el Antropoceno es un concepto provocador que invita a cerrar la brecha entre las ciencias naturales, las ciencias sociales y las humanidades. Es decir, favorece transitar hacia una manera distinta de hacer ciencia, acercándonos así a la transdisciplina.

Necesidad de un enfoque innovador

Para resolver los problemas del Antropoceno es indispensable reinventar la forma en que usualmente se han hecho las cosas hasta el momento. Para Steffen, Persson, et al. (2011) es evidente que la escasez de recursos, la inestabilidad financiera, la desigualdad social y la degradación ambiental son signos claros de que el modelo actual fracasó y no puede permanecer igual. En este escenario de incertidumbre se debe tener consciencia de que el cambio climático es irreversible; sin embargo, conviene estar listos para los desafíos que están por venir. Sobre esto, la comunidad científica es uno de los actores que debería guiar a la sociedad en la transición y la afronta que en los próximos años se desarrollará (Crutzen, 2002).

Asimismo, hay que tener claro que los problemas actuales no pueden ser resueltos por una disciplina o área de conocimiento en solitario, por lo que es necesario promover una cultura interdisciplinaria y transdisciplinaria de investigación. Estos enfoques mejorarán el entendimiento, la combinación y la extensión de las perspectivas provenientes de distintas disciplinas con el fin predecir y gestionar el cambio climático eficientemente (Harden et al., 2014). En caso de no ser así, la ausencia de colaboración e integración disciplinar tendrá como consecuencia que se eternicen agendas de investigación aisladas y se refuercen las fronteras, así como los estereotipos entre áreas del conocimiento (Brondizio et al., 2016). Sin duda, la puesta en marcha de la agenda trans e interdisciplinaria de investigación no debe demorar.

La adopción de una cultura interdisciplinaria de investigación, para enfrentar los problemas del Antropoceno, requiere la incorporación de prácticas innovadoras en relación con el quehacer científico y sus elementos. Primero, la comunidad científica debe comprender que, dada la complejidad de los problemas actuales, la integración del conocimiento entre diferentes áreas es una necesidad y no una elección (Brondizio et al., 2016). Al respecto, se debe estar consciente de que la investigación en torno al cambio climático involucra distintas percepciones sobre la relación humano-medio ambiente y las relaciones sociales. Por ello, entre las distintas disciplinas debe existir apertura hacia la integración de métodos y conjuntos de datos pues favorecería la aceleración del progreso científico (Harden et al., 2014). Más aún, la diseminación, la comunicación, así como la implementación del conocimiento debe ser central al proceso de investigación pues la prioridad debe ser la puesta en marcha de soluciones que sean relevantes para los territorios más amenazados (Whitmee et al., 2015). Asimismo, para Whitmee et al., (2015) es importante involucrar a la ciudadanía en la investigación científica pues importante que conozcan los resultados que se obtienen, que los evalúen y que, en caso de ser posible, colaboren en el desarrollo de las investigaciones. Esto, hace sentido con las iniciativas de ciencia ciudadana y de integración de conocimiento tradicional que, hoy en día, se promueven en diferentes contextos (CONACYT, 2021; Reef Ecologic, 2019). Es pertinente señalar para encarar el cambio climático y sus problemas se debe desarrollar una ciencia que sea colaborativa, transparente, sostenible e inclusiva.

En conclusión, el ser humano se ha esforzado en dominar la naturaleza con el fin de promover su bienestar y progreso, pero a un costo elevado. Durante el Neolítico, se logró la domesticación de la flora y la fauna, la introducción de la agricultura, así como el establecimiento de las primeras civilizaciones. No obstante, a partir de la Revolución Industrial y con mayor intensidad en la segunda mitad del siglo XX, el individuo aprovechó la quema de combustibles fósiles, la extracción desmedida de recursos naturales y su uso para el desarrollo científico y tecnológico para perpetuar su dominación sobre el medio ambiente para garantizar su supervivencia. Si bien este dominio trajo consigo crecimiento económico y prosperidad para la humanidad, se ignoraron los efectos que tendría en el funcionamiento de la Tierra. Hoy en día, nos enfrentamos a un conjunto de problemas que ponen riesgo la viabilidad futura de los seres humanos y de otras especies. Asimismo, en este capítulo se observó que las actividades humanas devinieron una fuerza geológica suficientemente poderosa y causante de problemas que amerita la inauguración de un nuevo periodo denominado Antropoceno. Los problemas del Antropoceno no tienen precedente y requieren la participación de la institución científica en la búsqueda de soluciones. Sin embargo, el involucramiento de la ciencia debe ser distinto. En este sentido, atender el cambio climático exige que la ciencia fomente el diálogo entre disciplinas, la mayor apertura posible de sus elementos, así como la incorporación de la ciudadanía con el fin de que se obtengan soluciones reales y significativas para la humanidad.

Referencias

- Bauer, A. M., & Ellis, E. C. (2018). The Anthropocene Divide: Obscuring Understanding of Social-Environmental Change. *Current Anthropology*, *59*(2), 209–227. <https://doi.org/10.1086/697198>
- Brondizio, E. S., O'Brien, K., Bai, X., Biermann, F., Steffen, W., Berkhout, F., Cudennec, C., Lemos, M. C., Wolfe, A., Palma-Oliveira, J., & Chen, C.-T. A. (2016). Re-conceptualizing the Anthropocene: A call for collaboration. *Global Environmental Change*, *39*, 318–327. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.02.006>
- CONACYT. (2021). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2024* (pp. 1–197).
- Crutzen, P. J. (2002). Geology of mankind. *Nature*, *415*, 23. <https://doi.org/10.1038/415023a>
- Crutzen, P. J., & Stoermer, E. (2000). The “Anthropocene”. *IGBP Newsletter*, *41*, 17–18.
- Dalby, S. (2016). Framing the Anthropocene: The good, the bad and the ugly. *The Anthropocene Review*, *3*(1), 33–51. <https://doi.org/10.1177/2053019615618681>
- Deaton, A. (2013). *The Great Escape*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctt3fgxbm>
- Ellis, E., Maslin, M., Boivin, N., & Bauer, A. (2016). Involve social scientists in defining the Anthropocene. *Nature*, *540*, 192–193. <https://doi.org/10.1038/540192a>
- Giles, H. (1999). *Epidemiology*. Oxford University Press.
- Harden, C. P., Chin, A., English, M. R., Fu, R., Galvin, K. A., Gerlak, A. K., McDowell, P. F., McNamara, D. E., Peterson, J. M., Poff, N. L., Rosa, E. A., Solecki, W. D., & Wohl, E. E. (2014). Understanding Human–Landscape Interactions in the “Anthropocene”. *Environmental Management*, *53*, 4–13. <https://doi.org/10.1007/s00267-013-0082-0>
- Hulme, M. (2011). Reducing the Future to Climate: A Story of Climate Determinism and Reductionism. *Osiris*, *26*(1), 245–266. <https://doi.org/10.1086/661274>
- IPCC. (2019). *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*.
- Lambin, E. F., & Meyfroidt, P. (2011). Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *108*(9), 3465–3472. <https://doi.org/10.1073/pnas.1100480108>
- Lövbrand, E., Beck, S., Chilvers, J., Forsyth, T., Hedrén, J., Hulme, M., Lidskog, R., & Vasileiadou, E. (2015). Who speaks for the future of Earth? How critical social science can extend the conversation on the Anthropocene. *Global Environmental Change*, *32*, 211–218. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.03.012>
- Malm, A., & Hornborg, A. (2014). The geology of mankind? A critique of the Anthropocene narrative. *The Anthropocene Review*, *1*(1), 62–69. <https://doi.org/10.1177/2053019613516291>
- McNeill, J. (2019). The Industrial Revolution and the Anthropocene. En J. Zalasiewicz, C. N. Waters, M. Williams, & C. P. Summerhayes (Eds.), *The Anthropocene as a Geological Time Unit. A Guide to the Scientific Evidence and Current Debate* (pp. 250–254). Cambridge University Press.
- Moore, J. W. (2017). The Capitalocene, Part I: on the nature and origins of our ecological crisis. *The Journal of Peasant Studies*, *44*(3), 594–630. <https://doi.org/10.1080/03066150.2016.1235036>
- Myrdal, A. (2013). To Choose a Future. En L. Robin, S. Sörlin, & P. Warde (Eds.), *The Future of Nature: Documents of Global Change* (pp. 273–278). Yale University Press.

- Pyne, S. J. (1997). *World Fire: The Culture of Fire on Earth*. University of Washington Press.
- Reef Ecologic. (2019). *Integrated Coral Reef Citizen Science Program gets the Green Light*. <https://reefecologic.org/integrated-coral-reef-citizen-science-program-gets-the-green-light/>
- Robin, L., Sörlin, S., & Warde, P. (2013a). Part 10 The Anthropocene. How Can We Live in a World Where There Is No Nature Without People? En L. Robin, S. Sörlin, & P. Warde (Eds.), *The Future of Nature: Documents of Global Change* (pp. 479–481). Yale University Press.
- Robin, L., Sörlin, S., & Warde, P. (2013b). Part 6 Technology. Does Technology Create More Problems Than It Solves? En L. Robin, S. Sörlin, & P. Warde (Eds.), *The Future of Nature: Documents of Global Change* (pp. 261–263). Yale University Press.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., ... Foley, J. A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, *461*(7263), 472–475. <https://doi.org/10.1038/461472a>
- Saunois, M., Jackson, R. B., Bousquet, P., Poulter, B., & Canadell, J. G. (2016). The growing role of methane in anthropogenic climate change. *Environmental Research Letters*, *11*(12), 120207. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/12/120207>
- Steffen, W. (2013). Commentary. Paul J. Crutzen and Eugene F. Stoermer, “The ‘Anthropocene’” (2000). En L. Robin, S. Sörlin, & P. Warde (Eds.), *The Future of Nature: Documents of Global Change* (pp. 486–490). Yale University Press.
- Steffen, W. (2019a). Current and Projected Trends. En J. Zalasiewicz, C. N. Waters, M. Williams, & C. P. Summerhayes (Eds.), *The Anthropocen as a Geological Time Unit. A Guide to the Scientific Evidence and Current Debate* (pp. 260–266). Cambridge University Press.
- Steffen, W. (2019b). Mid-20th-Century “Great Acceleration”. En J. Zalasiewicz, C. N. Waters, M. Williams, & C. P. Summerhayes (Eds.), *The Anthropocen as a Geological Time Unit. A Guide to the Scientific Evidence and Current Debate* (pp. 254–260). Cambridge University Press.
- Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O., & Ludwig, C. (2015). The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*, *2*(1), 81–98. <https://doi.org/10.1177/2053019614564785>
- Steffen, W., Crutzen, P. J., & McNeill, J. R. (2007). The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? *Ambio*, *36*(8), 614–621. [https://doi.org/https://doi.org/10.1579/0044-7447\(2007\)36\[614:TAAHNO\]2.0.CO;2](https://doi.org/https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[614:TAAHNO]2.0.CO;2)
- Steffen, W., Grinevald, J., Crutzen, P., & McNeill, J. (2011). The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, *369*, 842–867. <https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0327>
- Steffen, W., Persson, Å., Deutsch, L., Zalasiewicz, J., Williams, M., Richardson, K., Crumley, C., Crutzen, P., Folke, C., Gordon, L., Molina, M., Ramanathan, V., Rockström, J., Scheffer, M., Schellnhuber, H. J., & Svedin, U. (2011). The Anthropocene: From Global Change to Planetary Stewardship. *Ambio*, *40*(7), 739–761. <https://doi.org/10.1007/s13280-011-0185-x>
- Trischler, H. (2017). El Antropoceno, ¿un concepto geológico o cultural, o ambos? *Desacatos*, *54*, 40–57.
- Wagreich, M., Williams, M., Draganits, E., Zalasiewicz, J., Waters, C. N., & Edgeworth, M. (2019). Pre-Industrial Revolution Start Dates for the Anthropocene. En J. Zalasiewicz, C. N. Waters, M. Williams, & C. P. Summerhayes (Eds.), *The Anthropocen as a Geological Time Unit. A Guide to the Scientific Evidence and Current Debate* (pp. 246–250). Cambridge University Press.

Whitmee, S., Haines, A., Beyrer, C., Boltz, F., Capon, A. G., de Souza Dias, B. F., Ezeh, A., Frumkin, H., Gong, P., Head, P., Horton, R., Mace, G. M., Marten, R., Myers, S. S., Nishtar, S., Osofsky, S. A., Pattanayak, S. K., Pongsiri, M. J., Romanelli, C., ... Yach, D. (2015). Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health. *The Lancet*, 386(10007), 1973–2028. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60901-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60901-1)

Zalasiewicz, J., Waters, C. N., Williams, M., Summerhayes, C. P., Head, M. J., & Leinfelder, R. (2019). A General Introduction to the Anthropocene. En J. Zalasiewicz, C. N. Waters, M. Williams, & C. P. Summerhayes (Eds.), *The Anthropocen as a Geological Time Unit. A Guide to the Scientific Evidence and Current Debate* (pp. 2–4). Cambridge University Press.

Zamora, M. E., Huerta, A. H., Maqueo, O. P., Badillo, G. B., & Vernal, S. I. (2016). Cambio Global: el Antropoceno. *CIENCIA ergo-sum*, 23(1), 67–75.

Capítulo II. El devenir de la ciencia y los datos abiertos de investigación

Introducción

En este capítulo se examinan los datos abiertos de investigación y su relevancia en la actividad científica. Primero, se describe cómo desde el siglo XVI hasta la actualidad la ciencia devino fundamental para la sociedad pues permitió el dominio de la naturaleza, el crecimiento económico, así como bienestar social. Después, se discuten los rasgos del quehacer científico a partir de la segunda mitad del siglo XX. Se enfatiza la capitalización del conocimiento, la perpetuación de desigualdades, las restricciones presupuestales y la crisis de transparencia que actualmente se experimenta en la ciencia. Luego, se plantea la Ciencia Abierta como una alternativa con potencial para mitigar los problemas que aquejan a la institución científica. Finalmente, se revisa la apertura de los datos de investigación y los beneficios que ofrece para los miembros de la comunidad científica.

La ciencia como estandarte de progreso

La ciencia es una de las esferas que recibe mayor reconocimiento por parte de la sociedad gracias a las aportaciones y los beneficios que brinda. Generalmente, cuando se menciona que una acción, afirmación, decisión o descubrimiento está sustentado por la ciencia se evitan cuestionamientos sobre la validez y la veracidad de aquello de lo que se habla. En consecuencia, pareciera que la actividad científica, así como sus métodos están cubiertos por un velo de infalibilidad que automáticamente les brinda un carácter de verdadero. Chalmers (1984) señala que incluso las empresas y los medios de comunicación emplean la palabra ciencia como estandarte en su discurso para establecer que su producto es mejor o más atractivo que el de la competencia y así excluir cualquier oportunidad de discusión. Asimismo, dice Merton (1973), no sorprende observar que fuera de la comunidad científica, aquellos que declaran dedicarse a la ciencia están exentos de cuestionamientos pues la sociedad los posiciona en un pedestal.

No es extraño que la situación sea de esa manera, en especial, cuando la ciencia ha permitido el progreso de la humanidad. Durante la Antigüedad y la Edad Media, las preguntas que el hombre tenía sobre su entorno, así como su existencia, eran respondidas con mitos, leyendas, epopeyas y dioses. Sin embargo, con el pasar de los años esas respuestas perdieron poder explicativo. La humanidad estaba urgida de respuestas que dieran sentido a su existencia y al mundo a su alrededor. Es entonces que, en el periodo comprendido entre los siglos XVI y XVII, tuvo lugar en occidente la revolución científica (Pérez-Tamayo, 2012). Durante la revolución científica hubo progresos importantes en anatomía, astronomía, biología, física, química y matemáticas. Además, la introducción del método científico permitió el desarrollo de un proceso de investigación sistemático que promovía un acercamiento inductivo a la realidad y, por ende, una explicación del mundo con base en evidencia empírica.

El progreso de la ciencia producido en la revolución científica sentó las bases de la ciencia que se ha practicado desde el inicio de la Edad Contemporánea hasta la actualidad. En términos económicos, es en este periodo que inicia la Revolución Industrial en los últimos años del siglo XVIII. Al respecto, el desarrollo tecnológico de la época estuvo caracterizado por el incremento en la productividad, y la aceleración del crecimiento económico. Si bien la ciencia no estuvo completamente vinculada con el avance tecnológico, Channell (2019) señala que, con el paso del tiempo, el progreso de la tecnología exigió nuevo conocimiento científico que permitiera entender su funcionamiento, sus propiedades y favorecer su desarrollo. En ese sentido, la tecnología y la ciencia impulsaron el crecimiento de la economía, la población y el consumo.

Posteriormente, durante el siglo XIX, la ciencia obtuvo mayor prestigio ante la sociedad pues hubo avances importantes en diversas disciplinas. En astronomía se logró mayor entendimiento de las características del sistema solar y de otros cuerpos celestes. Por su parte, la descripción de la arquitectura molecular estimuló el desarrollo de la química orgánica. Los trabajos en geología se enfocaron en establecer la edad, así como las distintas etapas de la Tierra. Las investigaciones de Faraday y Maxwell permitieron el establecimiento de las leyes fundamentales del electromagnetismo. En biología, se erigieron las leyes de la herencia y la evolución humana. Adicionalmente, con los experimentos de Pasteur se descubrió el origen bacteriano de patologías, así como el tratamiento de algunas de éstas.

En relación con la tecnología, se inventó el alumbrado público, el telégrafo y el teléfono, también se desarrolló el tren, el barco de vapor, así como el automóvil. Para Trabulse (2006), estos avances transformaron significativamente la vida de las personas.

En el siglo XX, el progreso científico y tecnológico se caracterizó por desarrollarse de manera acelerada y por generar cambios importantes en la vida de millones de personas. De hecho, en las ciencias de la salud destacó la efectividad de las vacunas para disminuir la diseminación de enfermedades infecciosas, el desarrollo de tratamientos para curar el cáncer, el uso de equipo médico para el diagnóstico oportuno de padecimientos, así como la decodificación del genoma humano. En astronomía, el hombre llegó a la Luna y desarrolló equipos de vanguardia para continuar con la exploración del universo. En física, las revoluciones relativista y cuántica sentaron las bases para el uso de energía nuclear. En ingeniería y tecnología, el transporte se transformó con la irrupción de las aeronaves y la fabricación masiva de automóviles. También, la investigación en materiales permitió la obtención de nuevos materiales con mejores propiedades químicas y mecánicas. Además, la investigación en electrónica favoreció el desarrollo de tecnologías de la información y la comunicación como el Internet.

Cabe señalar que los avances científicos y tecnológicos del siglo XX se desarrollaron de la mano de los conflictos armados de la época. En especial, la Primera y la Segunda Guerra Mundial fueron eventos que estimularon la búsqueda de soluciones innovadoras para que las partes en conflicto se alzaran con la victoria. Algo similar se constata durante la Guerra Fría en la que los Estados Unidos de América y la Unión Soviética compitieron en la carrera espacial y armamentista. Pese a que los conflictos bélicos tuvieron un impacto negativo, el conocimiento y la tecnología que se desarrolló en la época encontró cabida en la vida cotidiana de la humanidad. Esto trajo consigo bienestar, prosperidad económica, mayor productividad y comodidad. En este sentido, permeó la noción de que la ciencia y la tecnología alcanzaron su auge pues permitieron que los individuos se posicionaran como la fuerza dominante del planeta, incluso por encima de la naturaleza.

Capitalización, desigualdad y opacidad en la ciencia

Si bien la narrativa del avance científico y tecnológico se presenta de manera positiva para toda la humanidad, la realidad es que existen algunos hechos que ameritan reflexión. Contrario a lo que generalmente se piensa, el acceso a los beneficios de la ciencia y la tecnología ha estado limitado a unos pocos. Esto se puede constatar en los niveles de crecimiento y prosperidad desigual entre las naciones desarrolladas y las naciones en vías de desarrollo. Durante la segunda mitad del siglo XX, los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) fueron los principales beneficiarios del progreso científico y tecnológico de la época (Steffen et al., 2015). Lo anterior se observa en el producto interno bruto y los niveles de consumo de dichos países en comparación con el resto. Ciertamente, son pocas las naciones que se han beneficiado. No obstante, en los últimos 20 años países con economías emergentes como Brasil, China e India se han sumado a los que aprovechan la ciencia y la tecnología para su desarrollo.

La desigualdad que existe en términos de acceso a la ciencia y la tecnología también es visible en aspectos puntuales de la actividad científica. En la Segunda Guerra Mundial, la ciencia fue financiada por los gobiernos de los países en conflicto. Se entiende que una cantidad importante de recursos haya sido destinada para este fin pues para los involucrados existía la necesidad de obtener la victoria. Una vez que concluyó el conflicto armado, se constató que el impacto del financiamiento gubernamental sobre la ciencia fue positivo para los vencedores pues estuvo asociado con crecimiento económico, mayor empleo y bienestar social (Gross & Sampat, 2020). Esto confirmó el argumento de Bush V. (1945) quien afirmaba que el financiamiento público de la investigación podía llevar a un crecimiento persistente en innovación y desempeño económico. Sin embargo, con el paso de los años el financiamiento público de la ciencia fue superado por el financiamiento privado.

Para la década de 1980 el financiamiento privado de la actividad científica se consolidó en naciones como los Estados Unidos de América. La aprobación de leyes como la Bayh-Dole (Public Law 95-517, December 12, 1980), así como la inestabilidad económica del periodo abrieron las puertas para que intereses privados tuvieran una mayor participación en la ciencia (NSF, 1994). La ley Bayh-Dole permitió que universidades, centros de investigación y pequeñas empresas pudieran poseer, patentar y comercializar los inventos desarrollados en proyectos de investigación financiados con fondos públicos procedentes del gobierno federal. Lo anterior provocó que las universidades y los centros de investigación vieran el conocimiento científico como un medio para incrementar sus ingresos por lo que incentivaron esquemas de propiedad intelectual, como el patentamiento, para proteger sus invenciones (Slaughter & Rhoades, 2004). Si bien esto es benéfico para quien posee el título de propiedad sobre la invención, también es una realidad que inhibe que las invenciones tengan un mayor alcance social.

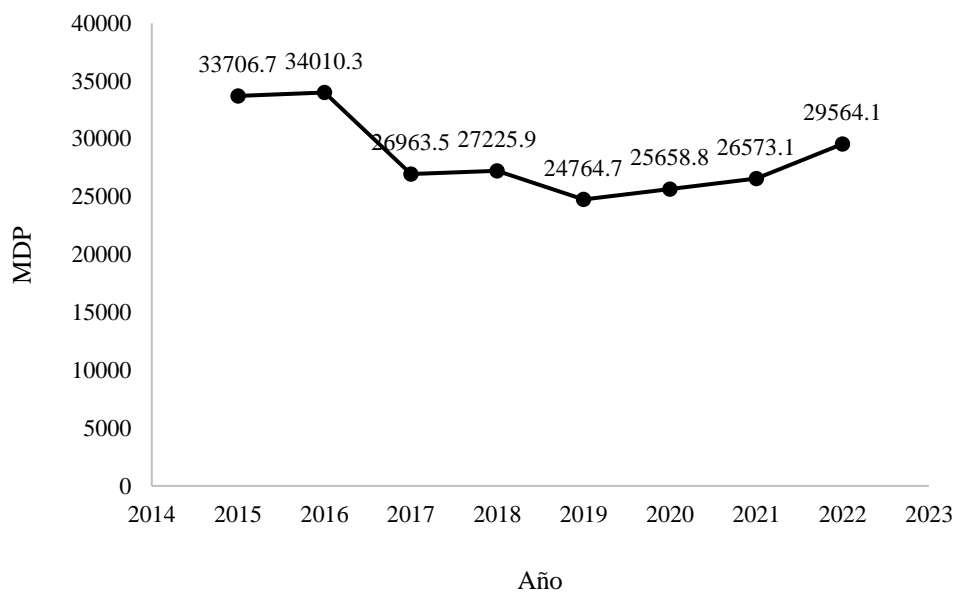
Este fenómeno también se observó en las publicaciones científicas asociadas con las investigaciones. Durante siglos las publicaciones han sido el modo tradicional para que los resultados de las investigaciones se diseminen. Este modo tiene la virtud de conservar un registro de los hallazgos obtenidos por la institución científica a lo largo del tiempo y, en caso de ser necesario, permite que se realicen correcciones al corpus de conocimiento cuando se realizan nuevos descubrimientos. Asimismo, facilita el intercambio de ideas, incluso cuando los interesados se encuentren en distintas latitudes. Sin embargo, parte importante de los hallazgos que se plasman en las publicaciones no son accesibles de manera gratuita para la comunidad científica y el público en general. Por el contrario, las publicaciones científicas son un negocio multimillonario para los grupos editoriales que poseen las revistas. De acuerdo con cifras que proporciona Brown (2016) la industria editorial científica genera ganancias por aproximadamente 23.5 millones de dólares. Asimismo, es dominada por pocos grupos entre los que destaca Elsevier, Springer, Wiley y Taylor & Francis. De hecho, el documental *Paywall: The Business of Scholarship* (Schmitt, 2018) muestra que los grupos editoriales, como Elsevier, operan con márgenes de utilidad de entre 35% y 40%. Dicho porcentaje está por encima de los márgenes de compañías como Wal-Mart o Toyota.

Para acceder a las publicaciones, las universidades, los centros de investigación y sus miembros deben pagar cuotas millonarias para consultar el conocimiento que incluso, en algunos casos, ellos mismos contribuyeron a generar. No conformes con esto, la crítica a dicha situación ha provocado que los grupos editoriales trasladen los costos de acceso relacionado con las publicaciones científicas hacia los autores. Este cobro se denomina *Article Processing Charge* (APC) y sirve para cubrir los costos asociados con la gestión del proceso editorial del manuscrito que se desea publicar. El monto del APC es variable dependiendo del prestigio de la revista, pero en algunos casos oscila entre 1000 a 5000 dólares americanos (MDPI, 2022; PLOS, 2022; Springer Nature, 2022). Desafortunadamente, en este caso los estudiantes, investigadores, universidades y centros de investigación que se encuentran en naciones en vías de desarrollo tienen dificultades para pagar los altos costos que implica el modelo de negocio actual de los grupos editoriales. Nuevamente, los países más ricos y prósperos del mundo son los que cuentan con los recursos para que sus comunidades científicas accedan a este tipo de conocimiento.

Entonces, merece la pena preguntar ¿por qué los países en vías de desarrollo y sus comunidades científicas participan en una dinámica que no les es rentable en términos económicos? En parte, la narrativa de que la ciencia es una actividad que trasciende fronteras y es universal ha provocado que instituciones de países en vías de desarrollo adopten esquemas de evaluación similares a los que tienen naciones como Estados Unidos, el Reino Unido o los Países Bajos. Esto representa que, al igual que en aquellas naciones, los científicos sean evaluados por el número de publicaciones, el prestigio de las revistas en las que publican, así como por el número de citas que reciben. Tal es el caso de algunas instituciones en México en las que para que los científicos crezcan profesionalmente se consideran parámetros de esa naturaleza (CONACYT, 2020a, 2020c, 2020b; IPN, 2013, 2020). Lo anterior, pone en desventaja a la comunidad científica de las naciones en vías de desarrollo pues experimentan barreras para acceder al conocimiento, así como para contribuir al desarrollo de la ciencia.

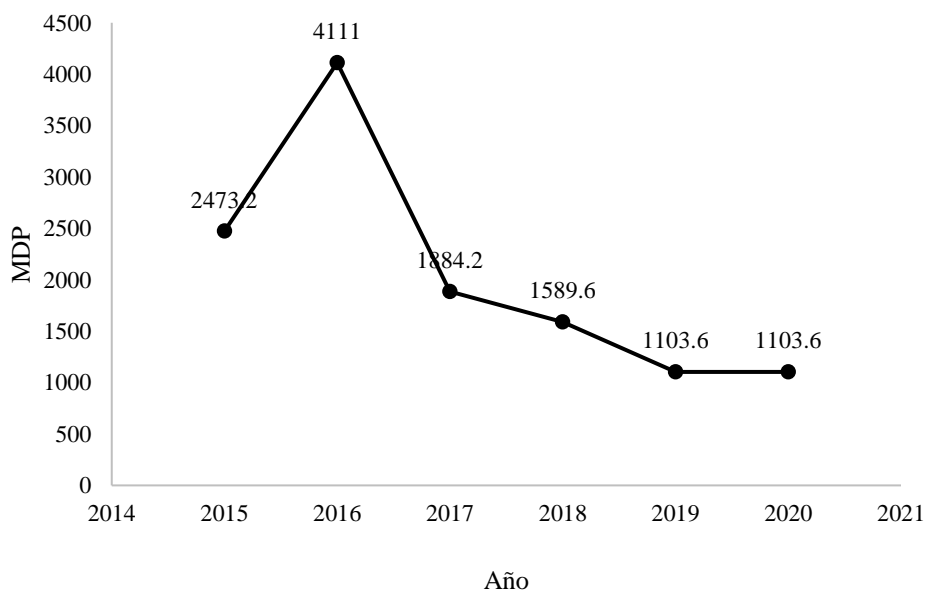
Peor aún, la desigualdad que existe entre unos países y otros se agudiza por el presupuesto que se destina a las actividades encaminadas al desarrollo científico y tecnológico. La crisis económica del 2008, así como la crisis financiera a causa de la COVID-19 en 2020 impactaron en los recursos que se destinaron a la ciencia (Makkonen, 2013; Pérez Ortega & Wessel, 2020). En este sentido, México no fue la excepción. La inestabilidad económica y sus efectos en la nación provocaron que el presupuesto destinado al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) haya disminuido 27% entre 2015 y 2019, con un ligero incremento de 2020 a la fecha (SHCP, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021) (Ver Gráfico 2.1). Lo mismo sucedió con el presupuesto asignado al “Programa de apoyos para actividades científicas, tecnológicas y de innovación” del CONACYT que entre 2016 y 2020 se redujo en un 73% (Ver Gráfico 2.2). Dicho programa es importante pues en él se incluía, entre otros elementos, el acceso gratuito a los recursos de información científica y tecnológica, así como la implementación de las estrategias de Acceso Abierto. En suma, se observa que el presupuesto destinado a la ciencia se encuentra limitado, y que derivado de ello, la comunidad científica enfrenta en muchas ocasiones escasez de recursos para realizar sus actividades científicas.

Gráfico 2.1 Presupuesto asignado al Ramo 38 Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



Fuente de Consulta: Elaboración propia con base en SHCP (2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021)

Gráfico 2.2 Presupuesto asignado al Programa de apoyos para actividades científicas, tecnológicas y de innovación



Fuente de Consulta: elaboración propia con base en SHCP (2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021)

Por otra parte, la legitimidad de la ciencia ha sido cuestionada por escándalos de fraude y falsificación de datos. El origen de estos cuestionamientos proviene de lo que se denomina la crisis de reproducibilidad y replicabilidad en la ciencia. En los últimos 20 años, se han hecho del conocimiento público algunos casos de prácticas fraudulentas en la investigación científica que, desafortunadamente, no son exclusivos de una sola área del conocimiento o disciplina (Bhattacharjee, 2013; Margry, 2020; Peng, 2015). La evidencia muestra que éstas se presentan en las ciencias naturales, las ciencias sociales e incluso en el área de humanidades. De hecho, una encuesta realizada por la revista *Nature* a 1576 investigadores arrojó que más de 70% han tenido problemas para reproducir los experimentos realizados por otros investigadores y al menos 50% de los encuestados han fracasado en reproducir sus propios experimentos (Baker, 2016). Estos hallazgos son inquietantes pues muestran que la toma de decisiones económicas, políticas o de salud es realizada con base en hallazgos que probablemente son falsos. Más aún, algunos de los investigadores que han sido encontrados culpables señalan que falsifican información por la presión que tienen por publicar, acceder a financiamiento y progresar profesionalmente. Lo anterior fortalece los cuestionamientos que existen en torno a la legitimidad de la ciencia y los beneficios que ofrece para la sociedad.

A pesar de que existen propuestas de estructuras normativas a las que se debería apegar la institución científica, el devenir de esta muestra lo contrario. Una de las propuestas más conocidas es la del sociólogo estadounidense Robert K. Merton (1973) quien describió un conjunto de normas denominado ethos de la ciencia que los miembros de la comunidad científica deberían respetar para que progrese el conocimiento científico en beneficio de la sociedad. Estas normas son universalismo, comunismo, desinterés y escepticismo organizado. Desafortunadamente, un examen de la ciencia de los últimos 50 años permite constatar que, en realidad, la actividad científica se alejó del ideal planteado por Merton. Se tiene una ciencia en la que los resultados son inaccesibles para la mayor parte de la humanidad, unos pocos se benefician económicamente a pesar de que en diversas ocasiones su actividad es financiada con recursos públicos y, finalmente, sus métodos y procesos de evaluación son poco transparentes.

Por estas razones no sorprende que la sociedad y algunos miembros de la comunidad científica exijan mayor transparencia de los procesos de investigación. En este sentido, es válido que se demande que los hallazgos de las investigaciones financiadas con recursos provenientes del erario sean de libre acceso para que cualquiera pueda consultarlos. Al final, la ciudadanía, independientemente de su profesión u oficio, tiene derecho a conocer en dónde están y para qué se aprovechan los impuestos que paga al gobierno. Aunque, a menudo, se posiciona la ciencia sobre un altar, no es distinta a otras esferas de la sociedad. Al igual que en la política, existen intereses y grupos de poder que desean imponer sus condiciones por encima del resto (Bourdieu, 1994). De ahí, la importancia de que, como otras esferas, la ciencia esté bajo la lupa y permita el escrutinio de sus elementos, métodos y resultados. Lo anterior sirve de impulso para que los científicos y los tomadores de decisiones realicen sus actividades con integridad.

Ciencia Abierta y los datos abiertos de investigación

Es indispensable que se desarrollen propuestas para que la institución científica brinde mayor apertura y visibilidad de sus prácticas. En este orden de ideas, una propuesta que ha estado en auge durante la última década es la Ciencia Abierta. Se trata de un concepto de reciente creación por lo que aún no existe una definición definitiva del mismo. De hecho, una revisión de distintas definiciones permite constatar que existen elementos convergentes y divergentes. A continuación, se examinan cuatro definiciones distintas.

- Esfuerzos por parte de investigadores, gobiernos, agencias de financiación de la investigación o la propia comunidad científica para hacer que los resultados primarios de la investigación financiada con fondos públicos sean accesibles públicamente en formato digital sin restricciones o con restricciones mínimas como un medio para acelerar la investigación; estos esfuerzos tienen el interés de mejorar la transparencia y la colaboración, y fomentar la innovación (OECD, 2015).
- Nuevo enfoque del proceso científico que se basa en el trabajo cooperativo y en las nuevas formas de difundir el conocimiento, mejorar la accesibilidad y la reutilización de los resultados de las investigaciones gracias al uso de las tecnologías digitales y de las nuevas herramientas de colaboración (Comisión Europea, 2018).

- Práctica de la ciencia de tal manera que otros pueden colaborar y contribuir, donde los datos de investigación, las notas de laboratorio y otros procesos de investigación están disponibles de forma gratuita, en términos que permiten la reutilización, redistribución y reproducción de la investigación y sus datos y métodos subyacentes (Bezjak et al., 2018).
- La práctica que tiene como objetivo incrementar la accesibilidad de las investigaciones científicas, financiadas con recursos públicos, para todos los ciudadanos por medio de la diseminación máxima del conocimiento científico, tecnológico y de innovación (CONACYT, 2017).

Si bien, una revisión de las definiciones muestra que no existe coincidencia sobre si se trata de un esfuerzo, un enfoque o una práctica, todas coinciden en que la Ciencia Abierta consiste en asegurar que los resultados de las investigaciones y sus elementos sean accesibles de manera gratuita para cualquiera de forma que se favorezca su reutilización, en especial, cuando fueron financiados con recursos públicos. También, enfatizan que la Ciencia Abierta fomenta la colaboración, así como la cooperación para acelerar la investigación, incentivar la innovación y promover la transparencia. Finalmente, se señala que el acceso a los hallazgos y los elementos de las investigaciones debe ser en formato digital para aprovechar la conectividad que actualmente ofrecen las tecnologías de la información y la comunicación.

También, es meritorio reflexionar sobre las condiciones que se han desarrollado durante los últimos 30 años y que permiten que, hoy en día, se cuente con una alternativa como la Ciencia Abierta. Sobre esto, Abadal (2021) realiza una exposición sobre los factores que, desde su perspectiva, han preparado el terreno para este enfoque. Primero, las tecnologías de la información y la comunicación permearon radicalmente en el quehacer científico desde la década de 1990. Hoy en día es impensable realizar investigación científica sin tener acceso a equipos de cómputo, dispositivos digitales y servicios como el internet. Las tecnologías de la información y la comunicación brindan la oportunidad de acceder a información instantáneamente y mantener comunicación con personas que se encuentran a gran distancia, lo que facilita las colaboraciones y el intercambio de conocimiento. Luego, el acceso libre y gratuito a las publicaciones científicas ganó popularidad desde inicios del milenio. Su consolidación favoreció que en la apertura de la ciencia también se consideren otros elementos del quehacer científico. Tercero, los valores actuales de la sociedad como la cooperación, colaboración, transparencia, inclusión y honestidad coinciden con lo que la Ciencia Abierta promueve. Finalmente, el apoyo institucional que, por ejemplo, en Europa y los Estados Unidos se ha brindado en términos de Ciencia Abierta ha estimulado la generación de políticas públicas, lineamientos y programas que fomentan su implementación.

La Ciencia Abierta contempla la apertura de distintos elementos de la investigación científica. El libre acceso a las publicaciones se denomina acceso abierto. En este caso, algunos grupos editoriales o revistas poseen lineamientos que permiten que los artículos, libros o capítulos puedan ser consultados libremente sin costos adicionales al lector. Se puede acceder a los documentos en las revistas o a través de repositorios de acceso abierto. Otra modalidad es la revisión por pares abierta. Ésta representa una revolución con respecto a la manera en que se evalúan los trabajos de investigación. Contrario al anonimato, la revisión por pares abierta fomenta que los revisores y los autores conozcan su identidad. Asimismo, se sugiere que los reportes de las evaluaciones sean de dominio público una vez que el artículo haya sido publicado. Algunas revistas como PLOS ONE, eLife y F1000Research emplean estos esquemas. La ciencia ciudadana es otra vía de Ciencia Abierta en la que se busca la participación de la ciudadanía durante el proceso de investigación. El grado de involucramiento varía según la naturaleza del proyecto, pero puede ir desde la recolección de datos hasta la participación de la ciudadanía en todas las etapas de la investigación (Follett & Strezov, 2015). Un claro ejemplo de ciencia ciudadana se encuentra en la iniciativa CoralWatch (2022) que tiene el objetivo de generar consciencia sobre el valor de los arrecifes de coral e incorpora a ciudadanos de todo el mundo en el monitoreo de los arrecifes con el fin de salvarlos del cambio climático. En fin, los tres modos descritos de Ciencia Abierta exhiben el potencial y la revolución que representa este esfuerzo para la práctica científica.

Los datos de investigación son otro de los elementos cuya apertura se ha promovido, sólo por detrás del impulso que ha recibido el acceso abierto. Los datos son esenciales para toda investigación. Sin importar el área de conocimiento o disciplina, los datos son el pilar de la ciencia. Estos se definen como registros cuantitativos o cualitativos de hechos empleados como evidencia para responder preguntas de investigación y que comúnmente son aceptados por la comunidad científica como esenciales para validar los hallazgos (HEFCE et al., 2016; OECD, 2007). Los datos pueden encontrarse en documentos, diarios, hojas de cálculo, fotografías, transcripciones, audios, videos, especímenes, algoritmos, entre otros (University of Leeds, 2022). Los datos de investigación son abiertos cuando cualquiera puede acceder a ellos, explotarlos, transformarlos y distribuirlos libremente, siempre que se reconozca a quien los generó en caso de que así lo solicite (HEFCE et al., 2016). Adicionalmente, se recomienda que los datos de investigación se encuentren en formato digital para que cumplan con los criterios de la Ciencia Abierta.

De acuerdo con la literatura científica, compartir y reutilizar datos ofrece diversos beneficios. Uno de los beneficios de los datos abiertos de investigación es acelerar el progreso de la ciencia pues permiten ampliar las capacidades de la comunidad científica. En este sentido, es posible plantear nuevos cuestionamientos y responderlos a partir de datos ya existentes (Kuipers & Van Der Hoeven, 2009). También, Bisol et al. (2014) señalan que los datos disponibles pueden ser integrados con otros conjuntos de datos por lo que se obtiene una fuente de información más robusta que posibilita ver más allá de los datos originales. Es decir, con la combinación de conjuntos de datos se revelan relaciones y patrones previamente no identificados. Ciertamente, reutilizar los datos para responder nuevas preguntas o combinarlos con otros conjuntos también contribuye a extender su vida útil (Link et al., 2017). Lo anterior favorece un uso eficiente de recursos que, hoy en día, es una prioridad en las naciones.

Los datos abiertos de investigación contribuyen a transparentar los procesos de la ciencia. Al respecto, el hecho de que los datos se pongan a disposición del público invita a los científicos a ser cautelosos sobre lo que comparten. Por ello, se menciona que al estar expuestos al escrutinio, los investigadores se preocupan por compartir datos que sean de calidad y de utilidad para el resto (Fecher et al., 2015). Es decir, se desincentivan prácticas de investigación cuestionables como la falsificación de datos. Además, para los que reutilizan los datos existe la posibilidad de replicar los experimentos que se describen en las publicaciones por lo que pueden confirmar o cuestionar los hallazgos de otros (Poldrack & Gorgolewski, 2014). Desde el enfoque de la Ciencia Abierta, lo anterior no es con la intención de señalar negativamente a los demás. Se trata de identificar debilidades en el corpus de conocimiento existente y contribuir a su mejora. En fin, incrementar la transparencia al compartir datos de investigación fortalece la integridad de la institución científica.

La apertura de los datos en la ciencia también incentiva la colaboración entre los actores de la institución científica. Las tecnologías de la información y la comunicación ofrecen la posibilidad de compartir datos de manera que científicos geográficamente distantes pueden consultarlos. De acuerdo con Piwowar et al. (2008), lo anterior es motivante para algunos investigadores pues representa la oportunidad de realizar publicaciones. Adicionalmente, la distribución de los datos transforma el panorama de científicos que tradicionalmente trabajan en solitario pues incrementa su visibilidad y, por ende, la probabilidad de que otros se acerquen para colaborar. Nguyen et al. (2017) mencionan que las colaboraciones no solo se traducen en publicaciones, sino también en oportunidades laborales, mayor prestigio o acceso a recursos que los demás disponen. Por su parte, Pfenninger et al. (2017) indican que las colaboraciones derivadas de la apertura de datos sirven para aligerar la carga de trabajo asociada con el análisis de datos y distribuirla con otros investigadores. En suma, compartir datos acerca a los miembros de la comunidad científica e impulsa la cooperación, así como el trabajo colaborativo.

Finalmente, se constata que la ciencia se encuentra en un proceso de transformación. Desafortunadamente, en los últimos 50 años el ideal de la institución científica profesado por Merton ha estado lejos de concretarse debido a la capitalización del conocimiento. Las universidades, centros de investigación, empresas y grupos editoriales han aprovechado el conocimiento científico para engrosar sus utilidades aun cuando parte de sus investigaciones es financiada con dinero de los contribuyentes. Lo anterior ha contribuido a perpetuar las desigualdades en relación con el acceso al conocimiento para la humanidad. Han sido pocas las naciones que han destinado los recursos necesarios para financiar la ciencia y gozar de sus beneficios.

Mientras tanto, la mayor parte de la población ha sido un espectador más del progreso de los países ricos. También, la credibilidad en la institución científica se ha erosionado debido a prácticas fraudulentas que agudizan la crisis de reproducibilidad actual. Sin embargo, esta situación ya no es sostenible. La inestabilidad económica, así como la exigencia de transparencia obligan a que la ciencia cambie sus formas. La necesidad por una ciencia más abierta es imperante, los problemas del Antropoceno demandan una actividad científica que sea colaborativa y que responda con rapidez. Por ello, la Ciencia Abierta se revela como una alternativa para revolucionar el quehacer científico. Más aún, la apertura en los datos de investigación tiene el potencial de contribuir a acelerar el progreso del conocimiento, incrementar la transparencia de las investigaciones y detonar la generación de colaboraciones, lo que sin duda se necesita en la actualidad.

Referencias

- Abadal, E. (2021). Ciencia abierta: un modelo con piezas por encajar. *Arbor*, 197(799), a588. <https://doi.org/10.3989/arbor.2021.799003>
- Baker, M. (2016). 1,500 scientists lift the lid on reproducibility. *Nature*, 533(7604), 452–454. <https://doi.org/10.1038/533452a>
- Bezjak, S., Clyburne-Sherin, A., Conzett, P., Fernandes, P., Görögh, E., Helbig, K., Kramer, B., Labastida, I., Niemeyer, K., Psomopoulos, F., Ross-Hellauer, T., Schneider, R., Tennant, J., Verbakel, E., Brinken, H., & Heller, L. (2018). *Open Science Training Handbook*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1212496>
- Bhattacharjee, Y. (2013). The Mind of a Con Man. *The New York Times Magazine*.
- Bisol, G. D., Anagnostou, P., Capocasa, M., Bencivelli, S., Cerroni, A., Contreras, J., Enke, N., Fantini, B., Greco, P., Heeney, C., Luzi, D., Manghi, P., Mascalconi, D., Molloy, J. C., Parenti, F., Wicherts, J. M., & Boulton, G. (2014). Perspectives on open science and scientific data sharing: An interdisciplinary workshop. *Journal of Anthropological Sciences*, 92(2014), 179–200. <https://doi.org/10.4436/JASS.92006>
- Bourdieu, P. (1994). El campo científico. *Redes: revista de estudios sociales de la ciencia*, 1(2), 129–160.
- Brown, D. (2016). *Access to Scientific Research: Challenges Facing Communications in STM*. Walter de Gruyter GmbH & Co KG.
- Bush, V. (1945). *Science, the endless frontier: A report to the President*. Government Printing Office.
- Chalmers, A. F. (1984). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* (2a ed.). Siglo XXI Editores.
- Channell, D. F. (2019). *The Rise of Engineering Science. How Technology Became Scientific*. Springer.
- Comisión Europea. (2018). *RECOMENDACIÓN (UE) 2018/790 DE LA COMISIÓN de 25 de abril de 2018 relativa al acceso a la información científica y su preservación*.
- CONACYT. (2017). *Lineamientos Generales de Ciencia Abierta*.
- CONACYT. (2020a). *Criterios específicos de evaluación. Área I: Físico-matemáticas y ciencias de la tierra*. https://conacyt.mx/wp-content/uploads/sni/marco_legal/criterios/01_Area_I.pdf.
- CONACYT. (2020b). *Criterios específicos de evaluación. Área VI: Ciencias sociales*.
- CONACYT. (2020c). *Criterios específicos de evaluación. Área VIII: Ingenierías y desarrollo tecnológico*.
- CoralWatch. (2022). *About CoralWatch*. <https://coralwatch.org/index.php/about/>

- Fecher, B., Friesike, S., & Hebing, M. (2015). What drives academic data sharing? *PloS one*, *10*(2), e0118053. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118053>
- Follett, R., & Strezov, V. (2015). An Analysis of Citizen Science Based Research: Usage and Publication Patterns. *PLOS ONE*, *10*(11), e0143687. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143687>
- Gross, D. P., & Sampat, B. N. (2020). Inventing the Endless Frontier: The Effects of the World War II Research Effort on Post-War Innovation. En *Harvard Business School Strategy Unit Working Paper* (Núm. 20–126). <https://doi.org/10.2139/ssrn.3623115>
- HEFCE, RCUK, Universities UK (UUK), & Wellcome. (2016). *Concordat On Open Research Data*. <https://www.ukri.org/wp-content/uploads/2020/10/UKRI-020920-ConcordatonOpenResearchData.pdf>
- IPN. (2013). *Reglamento del Programa de Estímulos al Desempeño de los Investigadores* (pp. 1–25). Instituto Politécnico Nacional.
- IPN. (2020). *Lineamientos para la operación del Programa Institucional de Formación de Investigadores del Instituto Politécnico Nacional*.
- Kuipers, T., & Van Der Hoeven, J. (2009). *PARSE.Insight: Insight into digital preservation of research output in Europe*.
- Link, G. J. ., Lumbard, K., Conboy, K., Feldman, M., & Feller, J. (2017). Contemporary Issues of Open Data in Information Systems Research: Considerations and Recommendations. *Communications of the Association for Information Systems*, *41*, 587–610. <https://doi.org/https://doi.org/10.17705/1cais.04125>
- Makkonen, T. (2013). Government science and technology budgets in times of crisis. *Research Policy*, *42*(3), 817–822. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.10.002>
- Margry, P. J. (2020). On Scholarly Misconduct and Fraud, and What We Can Learn from It. *Ethnologia Europaea*, *49*(2), 133–144. <https://doi.org/10.16995/ee.1646>
- MDPI. (2022). *Article Processing Charges (APC) Information*. <https://www.mdpi.com/apc>
- Merton, R. K. (1973). *The sociology of science: Theoretical and empirical investigations*. University of Chicago Press.
- Nguyen, V. M., Brooks, J. L., Young, N., Lennox, R. J., Haddaway, N., Whoriskey, F. G., Harcourt, R., & Cooke, S. J. (2017). To share or not to share in the emerging era of big data: perspectives from fish telemetry researchers on data sharing. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *74*(8), 1260–1274. <https://doi.org/https://doi.org/10.1139/cjfas-2016-0261>
- NSF. (1994). *The National Science Foundation: A Brief History*. <https://www.nsf.gov/about/history/nsf50/nsf8816.jsp#chapter5>
- OECD. (2007). *OECD Principles and Guidelines for Access to Research Data From Public Funding*. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- OECD. (2015). Making Open Science a Reality, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers. *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, *25*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/23074957>
- Peng, R. (2015). The reproducibility crisis in science: A statistical counterattack. *Significance*, *12*(3), 30–32. <https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2015.00827.x>
- Pérez-Tamayo, R. (2012). *La Revolución Científica*. FCE.

- Pérez Ortega, R., & Wessel, L. (2020). ‘We’re losing an entire generation of scientists.’ COVID-19’s economic toll hits Latin America hard. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.abe2995>
- Pfenninger, S., DeCarolis, J., Hirth, L., Quoilin, S., & Staffell, I. (2017). The importance of open data and software: Is energy research lagging behind? *Energy Policy*, *101*(November 2016), 211–215. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.11.046>
- Piwowar, H. A., Becich, M. J., Bilofsky, H., & Crowley, R. S. (2008). Towards a data sharing culture: recommendations for leadership from academic health centers. *PLoS Med*, *5*(9), e183. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0050183>
- PLOS. (2022). *Publication Fees*. <https://plos.org/publish/fees/>
- Poldrack, R. A., & Gorgolewski, K. J. (2014). Making big data open: Data sharing in neuroimaging. *Nature Neuroscience*, *17*(11), 1510–1517. <https://doi.org/10.1038/nn.3818>
- Public Law 95-517, December 12, (1980).
- Schmitt, J. (2018). *Paywall: The Business of Scholarship*.
- SHCP. (2012). *PROYECTO DE PRESUPUESTO DE EGRESOS DE LA FEDERACIÓN 2013 ESTRATEGIA PROGRAMÁTICA*.
- SHCP. (2013). *PROYECTO DE PRESUPUESTO DE EGRESOS DE LA FEDERACIÓN 2014 ESTRATEGIA PROGRAMÁTICA*.
- SHCP. (2014). *PROYECTO DE PRESUPUESTO DE EGRESOS DE LA FEDERACIÓN 2015 ESTRATEGIA PROGRAMÁTICA*.
- SHCP. (2015). *PROYECTO DE PRESUPUESTO DE EGRESOS DE LA FEDERACIÓN 2016 ESTRATEGIA PROGRAMÁTICA*.
- SHCP. (2016). *PROYECTO DE PRESUPUESTO DE EGRESOS DE LA FEDERACIÓN 2017 ESTRATEGIA PROGRAMÁTICA*.
- SHCP. (2017). *PROYECTO DE PRESUPUESTO DE EGRESOS DE LA FEDERACIÓN 2018 ESTRATEGIA PROGRAMÁTICA*.
- SHCP. (2018). *PROYECTO DE PRESUPUESTO DE EGRESOS DE LA FEDERACIÓN 2019 ESTRATEGIA PROGRAMÁTICA*.
- SHCP. (2019). *PROYECTO DE PRESUPUESTO DE EGRESOS DE LA FEDERACIÓN 2020 ESTRATEGIA PROGRAMÁTICA*.
- SHCP. (2020). *PROYECTO DE PRESUPUESTO DE EGRESOS DE LA FEDERACIÓN 2021 ESTRATEGIA PROGRAMÁTICA*.
- SHCP. (2021). *PROYECTO DE PRESUPUESTO DE EGRESOS DE LA FEDERACIÓN 2022 ESTRATEGIA PROGRAMÁTICA*.
- Slaughter, S., & Rhoades, G. (2004). *Academic capitalism and the new economy: Markets, state, and higher education*. The Johns Hopkins University Press.
- Springer Nature. (2022). *Open access journals*. <https://www.springernature.com/gp/open-research/journals-books/journals>

Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O., & Ludwig, C. (2015). The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*, 2(1), 81–98. <https://doi.org/10.1177/2053019614564785>

Trabulse, E. (2006). *La ciencia en el siglo XIX* (2a ed.). FCE.

University of Leeds. (2022). *Research data management explained. What is research data?* https://library.leeds.ac.uk/info/14062/research_data_management/61/research_data_management_explained

Capítulo III. Iniciativas de datos abiertos de investigación en el mundo, Latinoamérica y México

Introducción

La Ciencia Abierta es un modelo reciente que busca democratizar el acceso a los elementos de las investigaciones. Históricamente, los modos de Ciencia Abierta que mayor desarrollo han tenido son el acceso abierto y el *software* de código abierto. De hecho, ambos modos comenzaron a despegar a finales del siglo pasado. Ciertamente, la consolidación del acceso abierto y el *software* de código abierto sentó las bases para que se considerara la apertura de otros elementos como los datos de investigación. En este sentido, la apertura de datos de investigación es una práctica reciente que, poco a poco, recibe mayor atención en la institución científica. No obstante, compartir datos resulta un esfuerzo que aún resulta ajeno para parte importante de los investigadores, especialmente, en contextos como Latinoamérica. De hecho, los científicos manifiestan cuestionamientos e inquietudes cuando se les introduce al tema (Díaz et al., 2019, 2021). Más aún, podría parecer algo lejano para ellos pues no conocen de casos en los que se realice la distribución de datos. Al respecto, es recomendable mostrar algunos ejemplos para que los investigadores, los estudiantes y todo aquel interesado en los datos abiertos de investigación se familiaricen con algunos casos que, desde hace tiempo, se encuentran operación. Por lo anterior, el objetivo de este capítulo es describir diversas iniciativas de datos abiertos de investigación para mostrar la naturaleza y la diversidad de distintos esfuerzos que se han desarrollado en el mundo, Latinoamérica y México.

En el capítulo, primero se revisan ocho iniciativas provenientes de Norteamérica o Europa y que promueven la apertura de datos de investigación de maneras distintas. Esto puede ser por medio del desarrollo de lineamientos, infraestructura, repositorios digitales o revistas especializadas. Después, se examinan dos iniciativas pertenecientes a Latinoamérica. Luego, se describen tres iniciativas mexicanas en las que se comparten, entre otros, datos sobre la cultura, la flora y la fauna de la nación. Finalmente, se cierra el capítulo con algunas reflexiones en torno a las características de las iniciativas que se consideraron.

Iniciativas de datos abiertos de investigación

Research Data Alliance

Research Data Alliance (RDA por sus siglas en inglés) (RDA, 2016) es una iniciativa internacional fundada en marzo de 2013 por la Comisión Europea, la Fundación Nacional de Ciencias, el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, así como por el Departamento de Innovación del gobierno australiano. El objetivo de la iniciativa es edificar infraestructura social y técnica para compartir datos abiertamente. RDA posee la visión de que los investigadores y los innovadores compartan datos libremente por medio de las tecnologías existentes, entre distintas disciplinas y en distintas naciones con el fin de encarar los problemas que afligen a la sociedad. Los principios que rigen a las iniciativas son apertura, consenso, inclusividad, armonización, impulso por la comunidad, sin fines de lucro y ser tecnológicamente neutral. En septiembre de 2022, la iniciativa cuenta 12861 miembros pertenecientes a 148 países (RDA, 2022). Si bien los miembros provienen de los 5 continentes, alrededor de 51% son de Europa. También, 69% por ciento de las organizaciones que la integran son de la academia. No obstante, hay presencia de medios de comunicación, agencias de financiamiento, empresas y agencias gubernamentales.

En RDA, la construcción de los puentes sociales y técnicos para la libre distribución de datos se logra por medio de tres tipos de agrupación. Primero, se tienen los Grupos de Trabajo (GT) que duran entre 12 a 18 meses y cuyo propósito es plantear soluciones técnicas, así como sociales en torno a la infraestructura para que los datos puedan ser compartidos, intercambiables e interoperables. Los GT son diversos, pero algunos que destacan son el de “Métricas de Uso de Datos”, “Atributos de Repositorios de Datos” y “Exposición de Planes de Administración de Datos”. Segundo, existen los Grupos de Interés (GI) que tienen el compromiso de contribuir directa o indirectamente con la distribución de datos.

Éstos tienen un enfoque más puntual pues buscan resolver problemas específicos asociados con compartir datos, así como con infraestructura. A diferencia de los Grupos de Trabajo, los GI no tienen una vigencia definida. Algunos GI son “Prácticas Digitales en Historia y Etnografía”, “Integración de Datos sobre Biodiversidad” y “Aspectos Éticos y Sociales de los Datos”. El tercer tipo de agrupación son las Comunidades de Práctica (CP) que se encargan investigar y discutir acerca de los conocimientos y las habilidades que se requieren para distribuir datos en áreas del conocimiento o disciplinas específicas. Lo anterior es distinto a los GT y los GI pues en aquellos hay participantes de distintas áreas, mientras que en las CP todos pertenecen al mismo dominio. Cabe señalar que los tres tipos de agrupación se componen por especialistas.

Para cada una de las agrupaciones se destina un foro digital abierto en la plataforma. En dichos foros, los participantes pueden discutir e intercambiar ideas sobre el tema en cuestión. También, pueden publicar información sobre los eventos y las plenarias que desarrollen de manera presencial o virtual. Asimismo, en el foro es posible compartir documentación de apoyo, así como los trabajos resultantes de la labor de las agrupaciones. En este sentido, los trabajos resultantes pueden ser “Recomendaciones”, “Productos de Apoyo” y “Otros Productos”. Las “Recomendaciones” son los resultados oficiales que alcanzan los grupos de trabajo. Estas pasan por un proceso formal de discusión y decisión por lo que pueden ser consideradas estándares o especificaciones. Los “Productos de Apoyo” son soluciones cuya adopción no es tan fácil como la Recomendaciones. Asimismo, son sometidas a revisión por la comunidad. “Otros Productos” son recursos provenientes de las agrupaciones, pero que no tienen respaldo alguno. En fin, RDA es una iniciativa en constante evolución en la que los participantes comparten puntos de vista y conocimiento para favorecer la práctica de compartir datos.

DataCite

DataCite es un consorcio internacional fundado en 2009 que tiene el objetivo de mejorar la citación de datos con el fin de brindar acceso a los datos de investigación que están disponibles en internet, facilitar la gestión de datos, así como de favorecer la aceptación de los datos de investigación como un elemento citable y que tiene un impacto en el quehacer científico (DataCite, s/f). Para ello, *DataCite* cuenta con diversos servicios entre los que destaca la provisión de identificadores persistentes, mejor conocidos como DOI. El DOI es una cadena única de caracteres que identifica un objeto en un ambiente digital (Neumann & Brase, 2014). Es decir, la identificación es sobre el objeto mismo y no del lugar en el que se encuentra. Si bien en sus inicios el consorcio fue fundado por seis organizaciones, hoy en día integra a 50 entidades entre las que destacan eScire de México, la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA por sus siglas en inglés) de Estados Unidos, la Universidad de Chile, el Centro Nacional de Investigaciones Científicas de Francia y la Biblioteca Británica del Reino Unido. En adición a los integrantes del consorcio, la comunidad de *DataCite* involucra a miembros de más de 42 naciones. Dichos miembros pueden ser centros de datos, bibliotecas, agencias gubernamentales, centros de investigación, instituciones de educación superior, entre otros.

Los servicios que oferta *DataCite* son diversos. Primero, el consorcio permite a sus miembros registrar y gestionar DOIs, así como metadatos. Lo anterior se realiza a través del sitio de *DataCite* denominado “Fabrica”. Este servicio se encuentra disponible para las organizaciones que son líderes de algún consorcio, los miembros de *DataCite* y para repositorios. La creación de identificadores persistentes es realizada por medio de un formulario en el que se registran los metadatos del objeto que se desea identificar. Asimismo, a través de “Fabrica” los identificadores pueden ser actualizados si es que han existido cambios en relación con el objeto original. Luego, *DataCite* también brinda el servicio “Commons”. Este servicio aún está en desarrollo y fue lanzado en octubre de 2020 como parte de un proyecto de la Comisión Europea. “Commons” es una interfaz en la que los usuarios pueden buscar contenido asociado con organizaciones, personas y trabajos. Entre otros elementos, la búsqueda en la interfaz arroja conjuntos de datos de investigación. Para hallar información el motor de búsqueda se alimenta de metadatos suministrados por *DataCite*, *Crossref*, *ORCID*, entre otros. Cabe señalar que para formar parte y aprovechar los servicios de *DataCite* es necesario pagar una membresía anual cuyo costo varía según las necesidades de cada organización. Si bien lo anterior puede ser costoso, la iniciativa ha contribuido a que los datos de investigación cuenten con un identificador que los hace accesibles y rastreables para su reutilización. Lo anterior favorece que, con el paso del tiempo, se diseñen métricas en torno a los datos que también sean consideradas en los sistemas de evaluación.

Data Journals

Scientific Data (2022) es una revista de acceso abierto enfocada en los datos y que es publicada por *Nature Research*. Su intención es contribuir a la apertura y la reutilización de datos científicos, así como al reconocimiento de quienes comparten. Por ello, se trata de una revista que recibe artículos de ciencias naturales, medicina, ingeniería y ciencias sociales. En ésta se publican 4 tipos de documentos distintos. Los principales son los “Descriptores de Datos” en los que se describen a detalle conjuntos de datos. Asimismo, se detalla la forma en que los datos fueron recolectados, así como analizados. El propósito de este tipo de documentos es que otros puedan reutilizar los datos. También, se publican documentos denominados “Análisis” en los que se reanalizan o reevalúan datos de investigación previamente disponibles. Lo anterior tiene la intención de mostrar que es posible alcanzar nuevos resultados o hallazgos a partir de datos ya publicados. Además, se tienen los documentos tipo “Artículo” en los que se presentan resultados originales asociados con la distribución de datos o reproducibilidad en las investigaciones. Luego, los “Comentarios” son documentos breves en los que el autor expresa opiniones respecto a políticas sobre datos, flujos de trabajo o infraestructura. Los cuatro tipos de documentos son sometidos a un proceso de revisión por pares.

Para mantener congruencia con la misión de *Scientific Data* es necesario que, antes de someter el manuscrito a revisión, los autores depositen los datos en un repositorio. Una vez aceptado el manuscrito para su publicación los autores deben pagar un cargo por procesamiento de artículos (APC por sus siglas en inglés) que oscila entre 1700 y 2000 dólares más impuestos según el país de origen. Todos los documentos que se publican en la revista son citables y contienen su identificador persistente, mejor conocido como DOI. Actualmente, *Scientific Data* se encuentra indexada en Scopus, Web of Science, MEDLINE, PubMed, entre otros. Aunque este tipo de revistas aún no son del todo reconocidas entre la comunidad científica, las estadísticas sobre el número de manuscritos publicados por *Scientific Data* muestran un crecimiento desde su fundación. Al respecto, en 2014 se publicaron 49 documentos mientras que en 2022 han sido 623. En fin, esta revista complementa lo que el grupo editorial *Nature Research* desarrolla con sus revistas científicas tradicionales.

Journal of Open Archaeology Data (JOAD) (2022) es una revista que publica artículos que describen conjuntos de datos sobre arqueología y que tienen potencial de ser reutilizados. En relación con lo último, sólo se aceptan manuscritos en los que el autor está de acuerdo en que los datos sobre los que trata el artículo sean depositados en un repositorio público para que cualquiera pueda reutilizarlos. Los artículos que se publican describen las técnicas para generar los datos, su estructura, su posible reutilización, así como su localización. Los tipos de datos que se aceptan son diversos. Estos pueden ser cualitativos o cuantitativos, imágenes, diarios de campo, datos de excavaciones, *software*, datos etnográficos, entre otros. La revista está indexada en *Web of Science*, el Directorio de Revistas de Acceso Abierto (DOAJ por sus siglas en inglés), EBSCOHost, entre otros. Además, *JOAD* es una publicación de acceso abierto por lo que es necesario pagar un APC de £350 para publicar. No obstante, la propia revista señala que en caso de no contar con el recurso existen descuentos para evitar que artículos que son valiosos dejen de ser publicados. Finalmente, *JOAD* también favorece la interacción entre lectores y autores pues brinda la posibilidad de publicar comentarios sobre las publicaciones.

Data in Brief (2022) es una publicación que surgió en 2014 y pertenece al grupo editorial Elsevier. Ésta se enfoca en publicar artículos que describen y facilitan el acceso a datos de investigación. Asimismo, es multidisciplinaria pues acepta artículos sobre datos de cualquier área del conocimiento siempre que estos hayan sido recolectados con base en algún método científico. En este caso, se admiten tres tipos de artículos que son sometidos a un proceso de revisión. Primero, “artículo de datos” sólo presenta conjuntos de datos sin interpretación alguna. Segundo, “artículo de actualización” es para autores que han modificado un conjunto de datos que previamente fue publicado en la revista. Tercero, “artículo de perspectivas” en el que los autores ofrecen una descripción de las prácticas para recolectar y compartir datos en su disciplina, asimismo, se incluyen recomendaciones. En la actualidad, la revista se encuentra indexada en PubMed Central, Scopus, Web of Science y en el DOAJ. Al igual que en *Scientific Data* y *JOAD*, *Data in Brief* exige que los datos asociados con los artículos que publican sean depositados en un repositorio de libre acceso. Finalmente, publicar tiene un APC para los autores de 500 dólares. No obstante, existen algunos descuentos para los autores de ciertos países.

Proyecto de Acceso a Datos Abiertos de la Universidad de Yale

El *Proyecto de Acceso a Datos Abiertos de la Universidad de Yale* (YODA por sus siglas en inglés) promueve la distribución responsable de datos de investigación clínica, la Ciencia Abierta y la transparencia con el fin de mejorar la salud de los individuos, así como la salud pública (Krumholz et al., 2013; The YODA Project, s/f). Esta iniciativa ha brindado acceso a datos de ensayos clínicos desde 2013 y ha realizado colaboraciones con empresas como Medtronic, Inc., Johnson & Johnson y SI-BONE, Inc. De hecho, los datos que se comparten son, originalmente, propiedad de las empresas con las que colaboran, pero éstas los ponen a disposición de la comunidad científica para que los reutilicen. Sin embargo, se trata de datos de ensayos clínicos de individuos asociados con el desarrollo de fármacos o dispositivos médicos por lo que no son accesibles para cualquiera. Para acceder a los datos, los investigadores deben postular una propuesta de investigación que es evaluada por miembros del Proyecto YODA, así como por personal de la compañía que posee los datos (Krumholz & Waldstreicher, 2016). El proceso de evaluación es ciego pues se busca garantizar que el enfoque de la evaluación se centre en el mérito de la propuesta. Asimismo, en la evaluación los miembros del Proyecto YODA y de la compañía se aseguran de que los datos disponibles son adecuados para el objetivo y los métodos que el investigador plasma en el protocolo.

Una vez que el investigador tiene acceso a los datos, estos sólo pueden ser utilizados para los fines descritos en la propuesta de investigación. De hecho, en las colaboraciones con Medtronic, Inc. y Johnson & Johnson se han implementado medidas para conservar control sobre los datos. Por ejemplo, con Johnson & Johnson se desarrolló una plataforma con acceso restringido en la que los investigadores debían reutilizar los datos (Ross et al., 2018). Si bien esto es limitativo para realizar algunas operaciones con los datos, garantiza el control sobre estos. Más aún, una vez que concluye el proyecto, el acceso a los datos ya no está disponible para el investigador. Por otra parte, la interacción entre el Proyecto YODA, la industria y los investigadores favorece la generación de colaboraciones. De hecho, si los evaluadores de la propuesta identifican el potencial de cooperación, YODA funciona como intermediario entre el investigador y la compañía. Adicionalmente, se exhorta que los hallazgos obtenidos sean diseminados en publicaciones o conferencias evaluadas por pares con el fin de promover el progreso científico. El Proyecto YODA no cobra cuota alguna a los investigadores para acceder a los datos. El costo asociado con la curación y la apertura de los datos es absorbido por las compañías involucradas. En fin, se trata de una iniciativa que promueve el acceso a datos con fines de investigación, así como la generación de colaboraciones, pero que pone en marcha mecanismos para asegurar control sobre datos que, por su naturaleza, pueden posicionar en riesgo la integridad y la privacidad de las personas.

Sloan Digital Sky Survey

Sloan Digital Sky Survey (SDSS) es una iniciativa que inició operaciones en el año 2000. Esta tiene como objetivo mapear la estructura a gran escala del universo vista en la distribución de las galaxias, caracterizar las propiedades de las galaxias, así como estudiar las propiedades de los cuásares y su evaluación (SDSS, 2022). SDSS inició operaciones con un telescopio de 2.5 metros de diámetro que hasta la fecha sigue en funcionamiento y con una cámara de 145 megapíxeles (Strauss, 2014). Adicionalmente, SDSS cuenta con dos espectrógrafos digitales que, en conjunto con el telescopio y la cámara, han permitido obtener información de una tercera parte del cielo nocturno y de más de tres millones de objetos astronómicos. Actualmente, la iniciativa cuenta con la participación de 26 instituciones de pleno derecho entre las que destacan la Universidad Johns Hopkins, la Universidad de Oxford, la Universidad de Tokio y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). También se tienen 26 instituciones asociadas y 6 grupos de participación. Se trata de una iniciativa en la que colaboran instituciones y científicos de diferentes partes del mundo.

Los datos y las imágenes recolectados con el telescopio, la cámara y los espectrógrafos se han compartido desde el inicio con el público en general. No obstante, para lidiar con la cantidad de datos que los instrumentos obtienen día tras día, SDSS adoptó un modelo en el que lanzan los datos una vez por año. De esta manera, se favorece la reproducibilidad pues una vez que los datos son lanzados, estos no sufren variaciones. Evidentemente, conforme se realizan nuevos lanzamientos, se añade la información existente de las colecciones previas. De hecho, en la actualidad SDSS se encuentra en el décimo séptimo lanzamiento de datos. Cabe señalar, los datos son liberados inicialmente para los miembros de la iniciativa y después de un año se ponen a disposición de todo el público.

Los datos están disponibles en cuatro interfaces que son *Science Archive Webapp*, *Science Archive Server*, *CasJobs*, y *Skyserver*. Siendo ésta última la más conocida pues es amigable con estudiantes y público en general.

En este orden de ideas, SDSS revolucionó para bien la disciplina de la astronomía. Primero, SDSS favoreció que la astronomía pasara de ser una disciplina con escasos datos a una con uso intensivo de éstos (Zhang et al., 2011). Hoy en día, los científicos no tienen que esperar su turno para utilizar algún telescopio pues pueden consultar los datos que SDSS les proporciona. Segundo, la iniciativa reduce las asimetrías en términos de acceso a datos pues científicos de cualquier parte pueden acceder al contenido de SDSS y contribuir al progreso del conocimiento (Strauss, 2014; Zhang et al., 2011). Tercero, como consecuencia de la libre distribución de datos en SDSS, la publicación de artículos y el número de citas recibidas incrementó considerablemente. De acuerdo con Szalay (2018), en 2018 se tenía registro de al menos 7000 artículos publicados y 350000 citas asociadas con la plataforma. Cuarto, SDSS también ha promovido el acercamiento del público en general a la astronomía. De hecho, las estadísticas muestran que la mayor parte de usuarios no son astrónomos (Szalay, 2008, 2018). Asimismo, se han generado iniciativas como *Galaxy Zoo 3D* en la que los ciudadanos participan activamente en la exploración del universo (SDSS, 2021). Finalmente, SDSS es un modelo para seguir pues sus desarrolladores han sabido adaptarse a los cambios tecnológicos que se han presentado en relación con el desarrollo *software* y *hardware* en los últimos 20 años.

Dúchas

El proyecto *Dúchas* comenzó en 2012. Éste es un proyecto irlandés que tiene el propósito de digitalizar la Colección de Folclor Nacional (NFC por sus siglas en inglés) para que el público pueda acceder a ella en línea y sentar las bases de un sistema de gestión de datos en el que nuevo material pueda ser añadido en el futuro (Dúchas, 2022). En este proyecto colaboran la *National Folklore Foundation*, la *University College Dublin*, la biblioteca digital de la *University College Dublin*, la escuela interdisciplinaria *Fiontar & Scoil na Gaeilge* de la *Dublin City University*, así como el Departamento de Turismo, Cultura, Artes, Alegría, Deporte y Medios de la República de Irlanda.

La NFC está dividida en colecciones. La “Colección Principal de Manuscritos” contiene registros de la tradición oral y la cultura material de Irlanda. Los registros corresponden a 32 condados y se encuentran en idioma inglés o irlandés. Entre los temas que se abordan destacan medicina popular, tradición mitológica, tradición religiosa y literatura oral popular. Luego, se tiene la “Colección de las Escuelas” que trata sobre la tradición local y el folclor. Los registros fueron recolectados, entre 1937 y 1939, por estudiantes de 5000 escuelas primarias. La colección incluye historia oral, información topográfica, acertijos y proverbios, entre otros elementos. Los niños obtuvieron la información de sus padres, abuelos y vecinos. También, se cuenta con la “Colección Fotográfica” que consta de alrededor de 80000 fotografías tomadas entre 1935 y 1970. Los temas de las fotografías incluyen, entre otros, artesanía, transporte, comida y vestimenta. Por último, la NFC también cuentan con registros audiovisuales y musicales sobre Irlanda.

En total, la NFC cuenta con aproximadamente 2 millones de páginas de manuscritos, 12 mil horas de registros sonoros, 80 mil fotografías y mil horas de material visual. Los registros pueden ser descargados por cualquiera. Para alcanzar dichas cifras, la NFC ha tenido distintas etapas. De 2012 a 2016, se realizó la digitalización de los registros de la Colección de las Escuelas. De 2014 a 2016, se digitalizó la Colección Fotográfica. Entre 2019 y 2021, se digitalizó y publicó la Colección Principal de Manuscritos. Actualmente, los registros sonoros se encuentran en proceso de digitalización y publicación. Cabe señalar que no todo el material se hace público pues puede haber material sensible que puede ofender o avergonzar a algunos. En este sentido, los miembros de *Dúchas* monitorean constantemente el material que poseen. Finalmente, esta iniciativa fomenta la participación de la ciudadanía pues, en el caso de la Colección Principal de Manuscritos, son ciudadanos voluntarios quienes ayudan a transcribir el contenido de las páginas de los manuscritos a un formato por computadora.

Iniciativa Latinoamericana por los Datos Abiertos

La *Iniciativa Latinoamericana por los Datos Abiertos (ILDA)* es una asociación civil autónoma que tiene el propósito de aprovechar datos sobre Latinoamérica que permitan edificar colaboraciones y conocimiento para promover el desarrollo inclusivo (ILDA, 2022). En este sentido buscan contribuir al desarrollo de políticas públicas en materia de apertura de datos, la democratización, así como la generación de conocimiento. Asimismo, se rige por un conjunto de valores y principios como ser latinoamericana, dataera, transparente, independiente, participativa e inclusiva. Al respecto, en ILDA consideran que los datos son valiosos y que su libre acceso debe ser un derecho esencial para todas las personas. Desde su creación, ILDA ha contado con financiamiento proveniente de distintas organizaciones y proyectos. Entre otros, destaca el apoyo que han recibido por el Banco Interamericano de Desarrollo, la Fundación Avina, y el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo del gobierno de Canadá.

ILDA orienta sus actividades con base en cuatro ejes estratégicos. El primer eje, comunidad, se enfoca en la estimular el desarrollo de reflexiones en relación con problemáticas sociales en las que los datos son relevantes. Un ejemplo es el proyecto “Abrelatam / Condatos” en el que, por medio de grupos de discusión, participantes de distintas esferas discuten en torno a los datos abiertos, el gobierno abierto y su relación con temas cotidianos de la sociedad. El segundo eje, género e inclusión, se centra en dar visibilidad a grupos marginados en los datos que se producen con el fin de brindarles visibilidad. Como muestra del trabajo que ILDA desarrolla en este eje se tiene el proyecto “Estándar de Datos de Femicidios”, publicaciones como la “Guía de Recolección de Datos de Personas Migrantes” y reportes como “Exploración de Datos de Migración en el Triángulo Norte, Costa Rica y México”. El tercer eje es sobre tecnologías emergentes. En dicho eje se promueven discusiones acerca del desarrollo y la adopción de tecnologías. Al respecto, en ILDA se desarrollan proyectos sobre inteligencia artificial o reportes asociados con la importancia que tienen los datos para el desarrollo desde una perspectiva del Sur Global. El cuarto eje, transparencia y gobernabilidad, está dedicado a dar seguimiento a la transparencia de contrataciones públicas y el uso de datos en la rendición de cuentas por parte de los Estados. En este sentido, se tienen proyectos como el “Barómetro Regional de Datos Abiertos”, reportes como la “Guía: Datos abiertos para Contrataciones Públicas” y publicaciones como “Implementación de estrategias de datos abiertos en América Latina”. Cabe señalar que la documentación con cada uno de los ejes puede ser consultada por cualquiera en el portal de ILDA.

CONICET Digital

CONICET Digital es una plataforma que pertenece al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina. Éste es un repositorio institucional de acceso abierto en el que se pone a disposición del público en general la producción científica de dicho país (CONICET, 2022). La creación de *CONICET Digital* emana de la Ley 26.899 en la que se estableció la obligación de crear repositorios digitales institucionales de acceso abierto para aquellas instituciones que reciben financiamiento del Estado argentino (*Ley 26.899 Repositorios digitales institucionales de acceso abierto*, 2013). Más aún, en el artículo dos de dicha ley, se menciona que se deben establecer políticas que faciliten el acceso a datos de investigación por medio de los repositorios. En este sentido, fue en 2017 cuando se estableció el plan de gestión de datos de *CONICET Digital* para definir los lineamientos de la colección de datos de investigación. Los registros disponibles en la plataforma pertenecen a todas las áreas del conocimiento por lo que es posible encontrar registros sobre cambio climático, industria, nuevas tecnologías, entre otros.

Si bien los artículos, capítulo o libros exhiben mayor presencia en *CONICET Digital*, en 2022 se puso a disposición del público un primer conjunto de datos de investigación. En este orden de ideas, a finales de 2022 la plataforma cuenta con 325 registros de datos, de los cuales 180 son de acceso abierto, 91 de acceso restringido y 54 se encuentran embargados. Los datos de acceso abierto están disponibles para que cualquiera pueda acceder a ellos, descargarlos y reutilizarlos. Los datos con acceso restringido sólo son accesibles con previa autorización de los autores. En este sentido, el usuario debe realizar una consulta a través de la plataforma para solicitar el acceso. Los datos que se encuentran embargados no son accesibles hasta que finalice el periodo de embargo que poseen los datos. Cabe señalar que en los tres casos los datos se encuentran adecuadamente descritos.

Los conjuntos de datos exhiben título, autoría, palabras clave, resumen, alcance geográfico, identificador digital, forma de citación, así como condiciones de uso con base en licencias *Creative Commons*. Lo anterior favorece que los datos sean accesibles, operables, así como distribuibles. En conclusión, la distribución de datos en *CONICET Digital* es una práctica reciente, no obstante, es prometedora por como se ha realizado pues se constatan buenas prácticas en su ejecución.

Portal de Datos Abiertos UNAM

El *Portal de Datos Abiertos UNAM* es una plataforma desarrollada por la UNAM y que fue lanzada en 2016. En ésta es posible consultar datos científicos que tienen autorización para ser distribuidos y reutilizados sin restricción alguna. Entre sus propósitos destaca generar nuevo conocimiento, promover el surgimiento de nuevas líneas de investigación, mejorar la calidad de la universidad, brindar datos que sean útiles para enfrentar los problemas de la actualidad, transparentar la investigación científica y permitir la rendición de cuentas ante la sociedad (DGRU & UNAM, 2022a). La plataforma se alimenta de información suministrada por un sistema interoperativo que pertenece a la Dirección General de Repositorios Universitarios (DGRU). En el contexto de la UNAM, la DGRU es un actor que desarrolla e implementa tecnologías, métodos y normatividad para que los repositorios de la universidad operen con un enfoque de interoperabilidad, acceso abierto y preservación (DGRU, 2022). En fin, el *Portal de Datos Abiertos UNAM* es un esfuerzo institucional que facilita el libre acceso a datos científicos.

El *Portal de Datos Abiertos UNAM* se rige bajo los “Términos de Libre Uso de Datos Abiertos de la UNAM”, así como por los “Lineamientos para la Integración y Publicación de la Colecciones Universitarias Digitales en el Portal de Datos Abiertos UNAM Colecciones Universitarias”. En este orden de ideas, los datos que se encuentran en el portal deben ser accesibles para la mayoría; de libre uso siempre que se cite a quien los generó; gratuitos; integrales con metadatos necesarios; legibles para otros equipos digitales; oportunos pues son actualizados periódicamente; permanentes en el sentido de que estarán disponibles a lo largo del tiempo; y primarios pues se ofrecen con el mayor nivel de desagregación posible (DGRU & UNAM, 2022b). Adicionalmente, los registros que se publican en el portal pueden ser registros de colecciones, bases de datos y sus metadatos, capas geoespaciales y sus metadatos, y metadatos de objetos digitales (CCUD, 2015). Se observa que, para todo registro, es indispensable contar con metadatos pues estos ofrecen una descripción detallada que facilita su búsqueda, identificación y uso.

El contenido del *Portal de Datos Abiertos UNAM* es diverso. Hoy en día, cuenta con al menos 2 millones de registros. La colección se encuentra dividida en cinco temas distintos. Los temas que se tienen son: colecciones biológicas, colecciones de obra artística, objetos digitales, productos de investigación y proyectos universitarios. La colección biológica es la más grande pues contribuye con alrededor de 1 millón 800 mil registros. Esta contiene datos sobre plantas, aves, mamíferos, insectos, reptiles, anfibios, arañas, entre otros. Más aún, los registros son sobre datos que se han recolectado en diversas partes del mundo, no sólo de México. Por otra parte, las colecciones de obra artística contienen, en su mayoría, imágenes de fotografías y pinturas bajo custodia del Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM. Al igual que la colección biológica, incluye imágenes que se recolectaron en distintas naciones. Finalmente, entre otros de los objetos digitales que se pueden hallar en el sitio están audios, vídeos, apuntes, esculturas, postales fotográficas y cartas. Ciertamente, se trata de un esfuerzo en el que convergen datos de naturaleza diversa y de distintas áreas del conocimiento.

Mexicana. Repositorio del Patrimonio Cultural de México

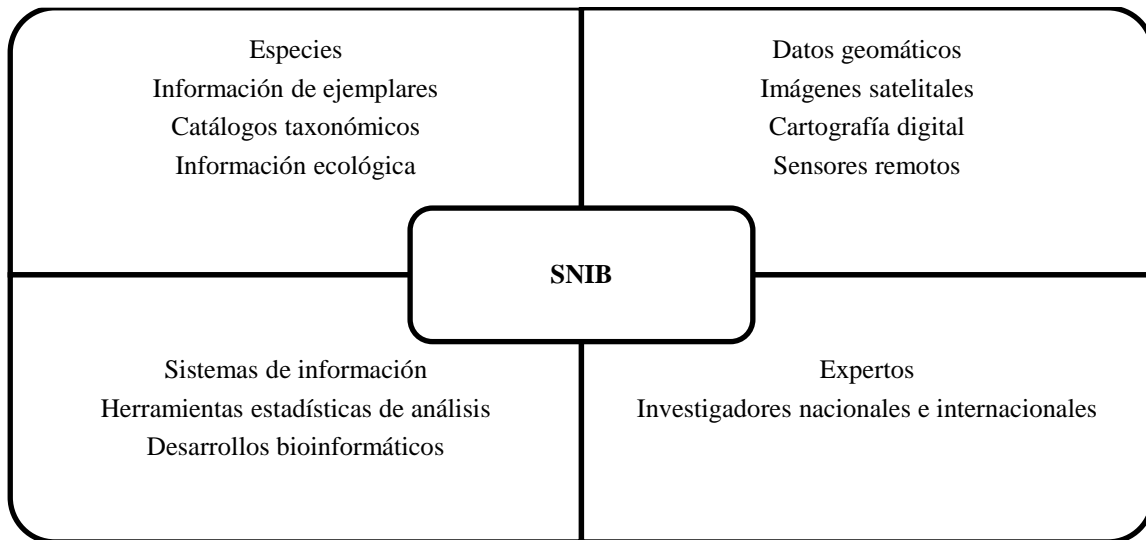
Mexicana es un repositorio lanzado en 2018 que tiene el propósito de brindar acceso abierto a recursos digitales que exhiben el patrimonio cultural de México (Secretaría de Cultura, 2017). La creación de este repositorio fue coordinada por la Dirección General de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de la Secretaría de Cultura en el marco de su Agenda Digital. Su intención es que el acceso a la colección digital sobre la cultura mexicana favorezca la investigación, difusión y conservación del acervo cultural de la nación. En este sentido, *Mexicana* cuenta con la colaboración de 17 instituciones que proveen los datos que se pueden consultar en el portal. Entre las instituciones proveedoras destacan el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), el Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura (INBAL), el Instituto Nacional de Lenguas Indígenas (INALI) y el Instituto Mexicano de Cinematografía (IMCINE). Por lo anterior, es posible encontrar registros diversos como imágenes, audios, videos, textos y representaciones en tercera dimensión.

La Dirección General de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de la Secretaría de Cultura describe la implementación del portal como un proceso que favorece el desarrollo de buenas prácticas en relación con la gestión de acervos digitales (Secretaría de Cultura, 2018). Al respecto, los ejes de trabajo de la iniciativa son modelo de datos, gestión y normalización de acervos digitales, desarrollo tecnológico, generación de políticas para el uso y reúso de objetos digitales, difusión y enriquecimiento de registros. Estos están asociados con el desarrollo de las condiciones jurídicas y tecnológicas para el adecuado funcionamiento de la plataforma. La colección consta de ocho temáticas entre las que se encuentra memoria sonora, memoria visual, arte, historia, así como antropología. Incluso en colecciones como la de antropología y arqueología se pueden hallar registros que datan de 9500 a.C a 2015 d.C. Cabe señalar que, a diferencia de otras plataformas, los registros que se encuentran en el portal exhiben distintas declaraciones de uso. Las declaraciones pueden ser uso restringido, uso educativo y académico, dominio público y libre uso. Finalmente, *Mexicana* brinda la oportunidad de que los usuarios compartan anotaciones para enriquecer la información en torno a los objetos digitales. Evidentemente, la información que se comparte pasa por un proceso de validación antes de ser visible para el resto de los usuarios.

Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad

El *Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB)* de México es administrado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La CONABIO tiene como objetivo desarrollar actividades encaminadas a conservar y utilizar el conocimiento sobre la biodiversidad en beneficio de la sociedad (CONABIO, s/f). Para lograr esto, en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (LGEEPA Art. 80 fracción V, 2022) se instruyó la creación de un sistema de información para compilar, organizar y disseminar datos sobre la biodiversidad de México. En la actualidad, el SNIB contiene alrededor de 24 millones de registros de presencia de aproximadamente 113 mil especies. Asimismo, contiene fichas técnicas sobre especies nativas y exóticas, cartografía, fotografías e ilustraciones de especies y ecosistemas en el territorio nacional. Estos registros son de acceso abierto para cualquiera.

De acuerdo con información del propio SNIB (CONABIO, 2022b), el sistema está fundamentado en cuatro capas. La primera capa comprende datos de las especies entre los que se encuentran información de ejemplares, catálogos taxonómicos e información ecológica. La segunda capa incluye datos geomáticos representados por imágenes satelitales, cartografía digital y sensores remotos. La tercera capa considera herramientas estadísticas de análisis y desarrollos informáticos enfocados a la biología. Por último, la cuarta capa comprende la red de investigadores expertos que se dedican a estudiar la biodiversidad. En la Figura 3.1 se observa la composición del sistema.

Figura 3.1 Composición del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México

Fuente de Consulta: Elaboración Propia con base en (CONABIO, 2022b)

El SNIB cuenta con un proceso definido para la recopilación y distribución de datos sobre biodiversidad (CONABIO, 2022a). La fuente principal de información de la plataforma son proyectos apoyados por la CONABIO. No obstante, también se obtienen datos de donaciones o de bases de datos abiertos. Una vez que los datos son obtenidos, estos son transformados a un modelo estándar de acuerdo con la estructura del SNIB y son sometidos a una evaluación de calidad. Posteriormente, los datos son integrados en un almacén de datos en el que son procesados para su limpieza, estandarización y completitud. La limpieza implica corregir o eliminar datos erróneos. La estandarización consiste en tipificar los datos en términos de taxonomía, nomenclatura y geografía. La completitud representa añadir datos ausentes a partir de información con la que se cuenta previamente. Después de ser procesados, los datos están listos para ser publicados. De acuerdo con su naturaleza, los datos pueden ser publicados en distintos portales entre los que destacan SNIB.MX, Enciclovidia o Global Biodiversity Information Facility. En fin, el SNIB es una iniciativa valiosa pues permite conocer el estado actual de la biodiversidad en México y tomar decisiones que favorecen su conservación.

Reflexiones finales

La revisión de iniciativas en torno a la práctica de compartir datos de investigación permite constatar que hay diversidad de esfuerzos. Por una parte, están aquellos esfuerzos como *Research Data Alliance* e *ILDA* cuya intención es desarrollar lineamientos y recomendaciones que faciliten la distribución de datos para los miembros de la comunidad científica. También, están las iniciativas como *DataCite* que se proponen brindar los identificadores persistentes que favorecen compartir y reutilizar los datos. Adicionalmente, están aquellos portales cuyo objetivo es servir como espacio virtual en el que los investigadores y los usuarios pueden depositar los datos que generan y acceder a los datos que se comparten. En este orden de ideas, se observa que distribuir datos de investigación es una práctica que exige planificación e implementación de soluciones en distintos niveles. Al respecto, es de poca utilidad contar con plataformas en las que se depositen los datos si no está claro qué procedimientos seguir para compartirlos o qué herramientas emplear para diseminarlos. Compartir datos en la ciencia exige reflexionar sobre el ciclo de vida que podrían tener los datos una vez que se distribuyen.

La distribución de datos contribuye a acercar a distintos actores. El desarrollo de iniciativas sobre compartir datos es una tarea que, a menudo, requiere de la participación de distintos actores de la sociedad. Por ejemplo, en el *Proyecto YODA* se constata la colaboración entre la academia y la industria para poner a disposición de la comunidad científica datos de ensayos clínicos. De igual forma, *Dúchas* acerca a actores de la academia, el gobierno y la sociedad civil para hacer posible la apertura de datos relacionados con el folclor. Lo anterior es entendible pues compartir es una labor compleja en términos de conocimiento y de infraestructura, por lo que requiere la participación de diversos actores que aporten su experiencia para lograrlo.

Además, las iniciativas que se revisaron fomentan la inclusión en la actividad científica. Tradicionalmente, el acceso a datos ha estado restringido a universidades y centros de investigación que cuentan con recursos para generarlos. Pero con la irrupción de la Ciencia Abierta y la apertura de datos, científicos y usuarios de diversas partes del mundo pueden acceder a ellos y reutilizarlos. Ciertamente, estas iniciativas contribuyen a reducir las brechas geográficas y económicas que dificultan el acceso equitativo al conocimiento.

El desarrollo de iniciativas para compartir datos exhibe distintos desafíos. Generar plataformas en las que se depositen y distribuyan datos de investigación exige tener en cuenta los avances tecnológicos que se desarrollan en torno al manejo de la información. Una iniciativa que ha encarado con éxito dicho desafío es SDSS. En efecto, los desarrolladores de SDSS han sabido adaptarse al cambio en términos de *software* y *hardware* para conservar la vigencia y la utilidad de los datos que han compartido por aproximadamente 20 años. Más aún, han enriquecido la explotación de los datos con nuevas herramientas y técnicas para su procesamiento. Al respecto, las iniciativas más recientes deben considerar dicho desafío, de lo contrario, su vigencia será temporal y no resistirán el paso del tiempo. Finalmente, un aspecto que es relevante mencionar es que la mayor parte de iniciativas sobre datos abiertos de investigación se generan en contextos como Estados Unidos, Reino Unido o la Unión Europea. En este sentido, regiones como Latinoamérica y, específicamente, países como México poseen una presencia incipiente. Tal vez, la ausencia de políticas y lineamientos que exijan la apertura de datos en la región desincentiva que este tipo de iniciativas proliferen.

Referencias

- CCUD. (2015). *Lineamientos para la Integración y Publicación de las Colecciones Universitarias Digitales en el Portal de Datos Abiertos UNAM Colecciones Universitarias*. 4727, 24–28.
- CONABIO. (s/f). *¿Qué hacemos?* Recuperado el 9 de noviembre de 2022, de <https://www.gob.mx/conabio/que-hacemos>
- CONABIO. (2022a). *Procesos*. <https://www.snib.mx/ejemplares/proceso/>
- CONABIO. (2022b). *SNIB*. <https://www.snib.mx/>
- CONICET. (2022). *CONICET Digital*. <https://ri.conicet.gov.ar/wp/acerca-de/conicet-digital/>
- Data in Brief. (2022). *Aims and scope*. <https://www.sciencedirect.com/journal/data-in-brief/about/aims-and-scope>
- DataCite. (s/f). *Welcome to DataCite*. Recuperado el 23 de octubre de 2022, de <https://datacite.org/index.html>
- DGRU. (2022). *Dirección General de Repositorios Universitarios*. <https://dgru.unam.mx/>
- DGRU, & UNAM. (2022a). *Sobre el Portal de Datos Abiertos UNAM*. <https://datosabiertos.unam.mx/informacion/sobreportal.html>
- DGRU, & UNAM. (2022b). *Términos de Libre Uso de Datos Abiertos de la UNAM*. <https://datosabiertos.unam.mx/informacion/terminosdeuso.html>
- Díaz, O., Cadena, A., & Rivera, G. (2019). Compartiendo datos en la ciencia: Hacia una identificación de barreras y motivadores. En *Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Celaya 2019* (pp. 881–886). Academia Journals.
- Díaz, O., Riquelme, G., & Rivera, G. (2021). Sharing Research Data: An Analysis of the Interest of Social Scientists in the Context of a Mexican University. *Social Sciences*, 10(10), 390. <https://doi.org/10.3390/socsci10100390>

- Ley 26.899 Repositorios digitales institucionales de acceso abierto, 1 (2013) (testimony of Julián Domínguez, Beatriz Rojkes de Alperovich, Gervasio Bozzano, & Juan Estrada).
- Dúchas. (2022). *About*. <https://www.duchas.ie/en/info>
- ILDA. (2022). *Acerca de ILDA*. <https://idatosabiertos.org/about-ilda/>
- JOAD. (2022). *About*. <https://openarchaeologydata.metajnl.com/about/>
- Krumholz, H. M., Ross, J. S., Gross, C. P., Emanuel, E. J., Hodshon, B., Ritchie, J. D., Low, J. B., & Lehman, R. (2013). A Historic Moment for Open Science: The Yale University Open Data Access Project and Medtronic. *Annals of Internal Medicine*, 158(12), 910. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-158-12-201306180-00009>
- Krumholz, H. M., & Waldstreicher, J. (2016). The Yale Open Data Access (YODA) Project — A Mechanism for Data Sharing. *New England Journal of Medicine*, 375(5), 403–405. <https://doi.org/10.1056/NEJMp1607342>
- LGEEPA Art. 80 fracción V, (2022).
- Neumann, J., & Brase, J. (2014). DataCite and DOI names for research data. *Journal of Computer-Aided Molecular Design*, 28(10), 1035–1041. <https://doi.org/10.1007/s10822-014-9776-5>
- RDA. (2016). *About RDA*. <https://www.rd-alliance.org/about-rda>
- RDA. (2022). *RDA Worldwide Growth*. https://datastudio.google.com/reporting/1kDVNn0Qz_xBHWljIRrvC9XspsrHg2Wuq/page/05kT
- Ross, J. S., Waldstreicher, J., Bamford, S., Berlin, J. A., Childers, K., Desai, N. R., Gamble, G., Gross, C. P., Kuntz, R., Lehman, R., Lins, P., Morris, S. A., Ritchie, J. D., & Krumholz, H. M. (2018). Overview and experience of the YODA Project with clinical trial data sharing after 5 years. *Scientific Data*, 5(1), 180268. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.268>
- Scientific Data. (2022). *For authors*. <https://www.nature.com/sdata/author-instructions>
- SDSS. (2021). *Beautiful Complexity: Citizen scientists help unlock the full potential of a galaxy survey*. <https://www.sdss.org/press-releases/beautiful-complexity/>
- SDSS. (2022). *The Sloan Digital Sky Survey: Mapping the Universe*. <https://www.sdss.org/>
- Secretaría de Cultura. (2017). *Acerca de*. <https://mexicana.cultura.gob.mx/es/repositorio/acerca>
- Secretaría de Cultura. (2018). *Mexicana. Repositorio del Patrimonio Cultural de México*. Secretaría de Cultura.
- Strauss, M. A. (2014). Mapping the Universe: Surveys of the Sky as Discovery Engines in Astronomy. *Daedalus*, 143(4), 93–102. https://doi.org/10.1162/DAED_a_00309
- Szalay, A. S. (2008). The Sloan Digital Sky Survey and beyond. *ACM SIGMOD Record*, 37(2), 61–66. <https://doi.org/10.1145/1379387.1379407>
- Szalay, A. S. (2018). From SkyServer to SciServer. *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science*, 675(1), 202–220. <https://doi.org/10.1177/0002716217745816>
- The YODA Project. (s/f). *Welcome to the YODA Project*. Recuperado el 25 de octubre de 2022, de <https://yoda.yale.edu/welcome-yoda-project>
- Zhang, J., Vogeley, M. S., & Chen, C. (2011). Scientometrics of big science: a case study of research in the Sloan Digital Sky Survey. *Scientometrics*, 86(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s11192-010-0318-1>

Capítulo IV. Los datos abiertos durante la pandemia de COVID-19

Introducción

Un rasgo del Antropoceno es la modificación de los ecosistemas debido a las actividades del ser humano. Esto tiene consecuencias negativas para la naturaleza y la humanidad, entre las que destaca el surgimiento y la diseminación de nuevas enfermedades como las zoonóticas (Whitmee et al., 2015). A finales de 2019 aparecieron los primeros reportes sobre pacientes enfermos de una neumonía vírica de origen desconocido en la ciudad de Wuhan, China. Poco después las autoridades de ese país notificaron que se trataba de un padecimiento provocado por un nuevo coronavirus que un par de meses después sería denominado COVID-19 (Li et al., 2021). Debido a los altos niveles de contagio y su gravedad en los cinco continentes, la Organización Mundial de la Salud (OMS) concluyó, en marzo de 2020, que la humanidad se encontraba en una situación de pandemia (van Dorp et al., 2021). Para la segunda mitad de 2022, ésta tenía como resultado más de 600 millones de contagios, la muerte de al menos 6 millones de personas, así como como el desbordamiento de los servicios hospitalarios en el mundo (Johns Hopkins University & Medicine, 2020). Además, la pandemia causó el cierre de establecimientos, la pérdida de millones de empleos, así como la peor recesión económica desde la Gran Depresión (OECD, 2020). Más aún, la COVID-19 puso de manifiesto las desigualdades que existen entre las naciones, siendo los países subdesarrollados los que más sufrieron sus devastadores efectos. Este escenario obligó la movilización de distintas esferas de la sociedad entre las que destaca la ciencia.

La comunidad científica buscó cómo contribuir a través de la búsqueda de soluciones inmediatas ante la pandemia de COVID-19. Dada la gravedad de la situación, se requirió de un enfoque distinto de hacer ciencia. Al respecto, la ciencia detrás de los muros de pago no representaba una opción viable frente a la problemática que aquejó a la humanidad. Al contrario, se requirió de una ciencia que fomentará el intercambio de información, la generación de colaboraciones, así como la transparencia de los procesos de investigación. Por ello, la Ciencia Abierta devino un enfoque adecuado que trajo resultados positivos en la lucha contra la COVID-19. De hecho, se brindó acceso abierto a las publicaciones científicas relacionadas con el virus, se fomentó la participación de la ciudadanía en el proceso de investigación, se distribuyeron libremente códigos para fabricar equipo médico y de protección personal, se desarrollaron recursos educativos abiertos y se compartió infraestructura científica para facilitar la labor de los investigadores (Díaz et al., 2021; Zastrow, 2020). Aunado a lo anterior, la apertura de datos oficiales y de investigación devino un elemento fundamental. En este sentido, se examinan 16 iniciativas orientadas a compartir datos asociados con el virus *SARS-COV-2* y se reflexiona sobre lo que representaron durante la pandemia y para la ciencia. En su conjunto estas iniciativas muestran el potencial de los datos abiertos en su contribución al bienestar colectivo de la humanidad.

Iniciativas de datos abiertos durante la pandemia

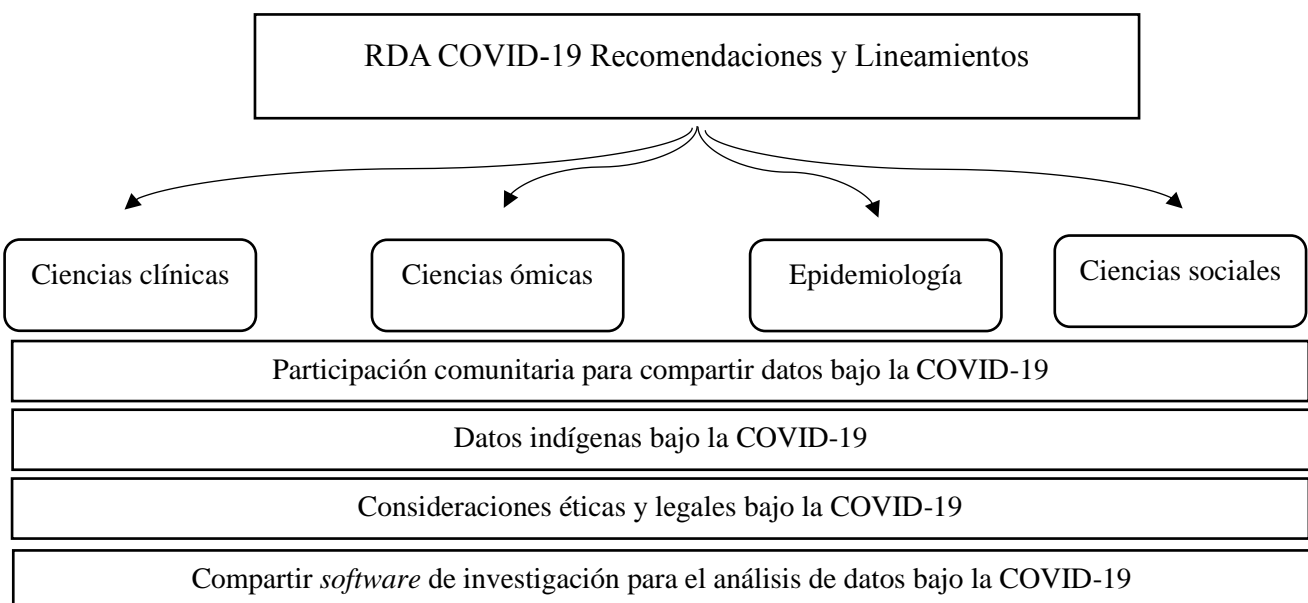
Coronavirus Watch (2022) es un portal que permite conocer el desarrollo de la pandemia a nivel mundial. Ofrece información sobre el número de contagios, personas fallecidas e individuos recuperados. Los datos que muestra la plataforma pueden ser comparados entre sí con el fin de observar las similitudes y las diferencias que existen entre naciones. Tiene la opción de mostrar únicamente los datos de los Estados Unidos y sus estados. *Coronavirus Watch* ofrece visualizaciones avanzadas que permiten tener una perspectiva distinta de la pandemia. Por ejemplo, se puede observar en un gráfico la evolución en 5 dimensiones de la pandemia en el que se consideran el número de contagios, la tasa de crecimiento de los contagios, el número de muertes, la región del mundo y el tiempo. La funcionalidad “Trayectorias” muestra en un gráfico la tendencia en número de contagios o fallecidos por país desde el primer día de la pandemia. La función “Distanciamiento social” es un simulador en el que el usuario ajusta el porcentaje de distanciamiento social y de mortalidad, así como la duración de la infección de manera que se observan los efectos que estas variables tienen en el número de contagios y fallecimientos. La intención es mostrar la complejidad asociada con el distanciamiento social. Estas funcionalidades brindan una óptica más completa del devenir de la crisis de salud.

Covid-19 Universal Resource Gateway (CURE, 2020) es un sitio de internet que proporciona acceso a recursos digitales sobre la COVID-19 y temas asociados. Al respecto, los recursos que ofrece son publicaciones científicas, recursos educativos, repositorios digitales, bases de datos y sitios de internet. Este espacio es impulsado por el *Documentation Research and Training Centre* del *Indian Statistical Institute*, la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, Portugal y España (Redalyc), así como por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO por sus siglas en inglés). El portal compila, desde múltiples fuentes, información verificada con licencia abierta sobre el virus para que la comunidad científica y el público en general no necesiten examinar numerosos registros para encontrar información. Entre los conjuntos de datos a los que la plataforma direcciona está *EU Open Data Portal*, *GenBank COVID-19 Sequences*, *Harvard Datasets* y *Novel Coronavirus 2019 time series data on cases*. En fin, el contenido de dichos sitios es de utilidad para obtener mayor conocimiento sobre el virus y poder desarrollar soluciones que mitiguen sus consecuencias negativas.

Data Together COVID-19 Appeal and Actions (CODATA, 2020) es una iniciativa promovida por cuatro organizaciones internacionales enfocadas en la gestión de datos. Ésta integra al *Committee on Data of the International Science Council*, *GO FAIR*, *Research Data Alliance* y *World Data System*. La intención de la iniciativa es acelerar la implementación de un ecosistema de apertura de datos con base en los principios FAIR para que sean hallables, accesibles, interoperables, así como reutilizables. Lo anterior surgió del entendimiento de que la crisis por la COVID-19 requiere que los científicos y los tomadores de decisiones tengan acceso a datos de calidad y en tiempo real. Si los datos se alinean a los principios FAIR aumenta la probabilidad de que se puedan combinar, visualizar y analizar de mejor forma. Para lograr el resultado previsto en la iniciativa, los miembros desarrollan los proyectos *Data Together-GO FAIR Virus Outbreak Data Network* y *Data Together-RDA COVID-19 Working Group*. *Data Together-GO FAIR Virus Outbreak Data Network* busca instalar infraestructura y desarrollar una red que favorezca el aprovechamiento de los datos.

Data Together-RDA COVID-19 Working Group (COVID-19 Working Group, 2020) se enfoca en el desarrollo de lineamientos para compartir datos bajo las circunstancias de la pandemia y emergencias sanitarias, teniendo en cuenta los intereses de investigadores, legisladores, financiadores, editoriales y proveedores de infraestructura. Para lograr lo anterior, el esfuerzo se divide en cuatro áreas de conocimiento que son ciencias clínicas, ciencias ómicas, epidemiología y ciencias sociales. Asimismo, en las áreas se tienen cuatro áreas transversales. A saber, participación comunitaria, datos indígenas, consideraciones legales y éticas, y *software* de investigación. Ver Figura 4.1. De hecho, el 30 de junio de 2020 el grupo de trabajo publicó el documento *RDA COVID-19 Recommendations and Guidelines on Data Sharing* (RDA COVID-19 Working Group, 2020) que contiene los lineamientos y las recomendaciones para la distribución de datos relacionados con la COVID-19.

Figura 4.1 Recomendaciones y lineamientos para compartir datos durante la pandemia de COVID-19

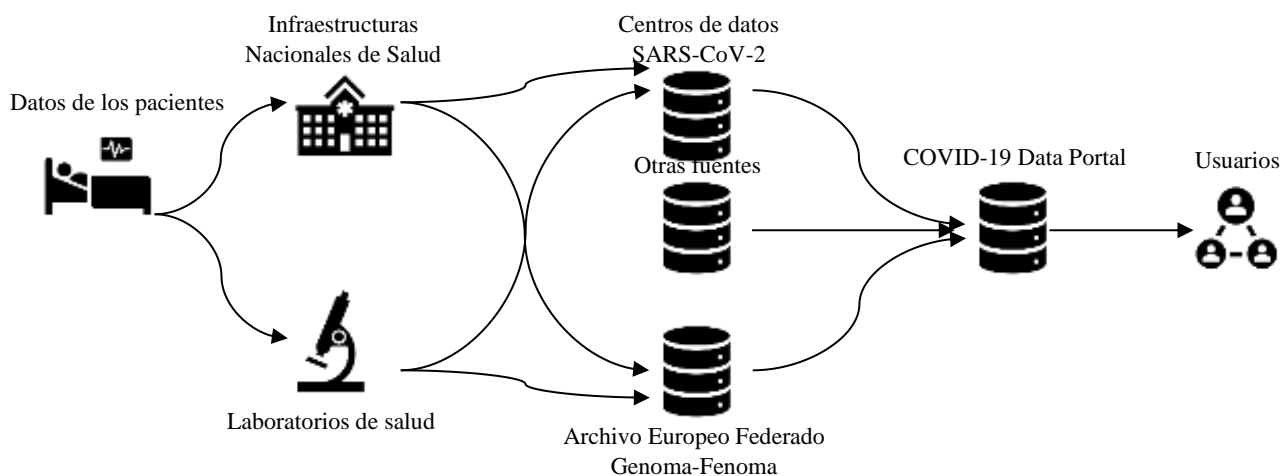


Fuente de Consulta: elaboración propia con base en RDA COVID-19 Working Group (2020)

Johns Hopkins Coronavirus Resource Center (Johns Hopkins University & Medicine, 2020) es una iniciativa con el propósito de brindar información a nivel mundial sobre casos, pruebas, rastreo y vacunación en torno a la pandemia por COVID-19. Adicionalmente, ofrece recursos educativos abiertos que permiten aprender sobre el virus. Al igual que *Coronavirus Watch* permite observar datos del mundo o sólo de Estados Unidos. La visualización de datos brinda la oportunidad de acceder a mapas y gráficos actualizados para examinar la vacunación global, la pandemia en relación con aspectos demográficos, la secuenciación del genoma del SARS-COV-2, la capacidad hospitalaria, entre otros. Más aún, diariamente se publica un vídeo de 60 segundos con una actualización en cifras sobre la pandemia en Estados Unidos. También, *Johns Hopkins Coronavirus Resource Center* se complementa con *Pandemic Data Initiative* en la que se comparte conocimiento y experiencias en torno a la gestión de datos en una situación de crisis sanitaria como la pandemia. Dicho conocimiento proviene de personas que colaboran en la iniciativa y que son especialistas en el manejo de información.

COVID-19 Data Portal (ELIXIR & EMBL-EBI, 2020) es una iniciativa que favorece la distribución y el análisis de datos con el fin de acelerar la investigación sobre coronavirus. La plataforma permite a los investigadores cargar, acceder y analizar datos de referencia relacionados con COVID-19 y conjuntos de datos especializados. Los recursos de información que ofrece son secuencias virales, expresiones genéticas, proteínas, datos bioquímicos, imágenes de microscopio, literatura, entre otros. En este sentido, es importante señalar que el acceso a datos asociados con seres humanos está controlado y como usuario es necesario explicar el uso que se les va a dar. Por otra parte, la plataforma brinda orientación sobre dónde y cómo depositar los datos que se desean compartir según su naturaleza. Esta iniciativa es impulsada por diversos actores como ELIXIR, el *European Molecular Biology Laboratory-European Bioinformatics Institute*, la Comisión Europea y la *European Open Science Cloud*. *COVID-19 Data Portal* se alimenta de datos que provienen de Centros de datos SARS-CoV-2, el Archivo Europeo Federado Genoma-Fenoma y otros recursos que, a su vez, reciben información de las infraestructuras nacionales de salud y laboratorios públicos. Ver Figura 4.2. Los Centros de datos SARS-CoV-2 organizan el flujo de datos de secuencias de brotes de SARS-CoV-2 y proporcionan un intercambio completo de datos abiertos para las comunidades de investigación europeas y mundiales. El Archivo Europeo Federado Genoma-Fenoma proporciona acceso seguro y controlado para compartir conjuntos de datos confidenciales de pacientes y sujetos de investigación relacionados con COVID-19.

Figura 4.2 Flujo de información en COVID-19 Data Portal



Fuente de Consulta: *Elaboración Propia con base en ELIXIR & EMBL-EBI (2020)*

OpenAIRE for COVID-19 (OpenAIRE, 2020) es una plataforma que tiene el objetivo de proporcionar servicios para ayudar a compartir, descubrir, navegar y colaborar con la comunidad de investigación global en la lucha contra el virus SARS-COV-2. Los esfuerzos de OpenAIRE para combatir la COVID-19 se localizan en dos espacios. El primer espacio es *Zenodo COVID-19 Community* en el que, en conjunto con la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN por sus siglas en francés), se creó una comunidad encargada de recolectar los hallazgos de investigación que podrían ser relevantes en relación con la pandemia. Esto incluye publicaciones, posters, presentaciones, datos, imágenes, vídeos, *software*, entre otros. En este espacio los usuarios pueden cargar contenido, así como reutilizarlo. Cuando se carga contenido, éste es validado por curadores expertos quienes determinan si es viable añadirlo. El segundo espacio es *COVID-19 Open Research Gateway* que tiene como objetivo agregar registros de COVID-19 como publicaciones, datos, software y otros resultados de investigación para vincularlos y proporcionar un punto de acceso único para su descubrimiento y navegación.

Sharing research data and findings relevant to the novel coronavirus (COVID-19) outbreak (Abasyn University Peshawar et al., 2020) es un llamado publicado el 31 de enero de 2020 para que los resultados de la investigación y los datos relevantes sobre la COVID-19 se compartan rápida y abiertamente para informar la respuesta de salud pública y ayudar a salvar vidas. La intención es que la Organización Mundial de la Salud (OMS) tenga acceso inmediato a los hallazgos más recientes que puedan ayudar en la crisis sanitaria. Además del acceso abierto a publicaciones, se promueve que los investigadores compartan datos de investigación provisionales y finales relacionados con el brote, junto con los protocolos y estándares utilizados para recopilarlos, de la manera más rápida y amplia posible. Esto incluye a la comunidad científica, de salud pública y la OMS. Más aún, los firmantes de este llamado observan estos esfuerzos como un precedente a brotes virales que puedan suceder en el futuro. Entre los firmantes se encuentran universidades, centros de investigación, agencias gubernamentales, fundaciones, publicaciones científicas, grupos editoriales y empresas privadas.

Nextstrain (2020) es un proyecto para aprovechar los datos del genoma de patógenos con el propósito de ayudar a la comprensión epidemiológica de la propagación y evolución de enfermedades y mejorar la respuesta ante los brotes. Para ello, emplea visualizaciones interactivas para permitir la exploración de conjuntos de datos y análisis que se actualizan cuando hay nuevas genomas disponibles. Lo anterior es de utilidad para virólogos, epidemiólogos, funcionarios de salud pública y la comunidad científica. Más aún, el *software* que respalda a *Nextstrain* es de código abierto por lo que está disponible para cualquiera. Entre los aspectos que se pueden visualizar en relación con la COVID-19 está la filogenia de los betacoronavirus y las variantes del SARS-COV-2, así como su prevalencia alrededor del mundo. También, es posible contrastar las secuencias con los clados existentes lo que permite establecer su calidad o, en su defecto, sus anomalías. Finalmente, es posible hallar datos sobre otros patógenos como la viruela del mono, influenza estacional, ébola, entre otros.

GISAID (2022) es una iniciativa que promueve la distribución rápida de datos asociados con los virus de la influenza y los coronavirus que causan la COVID-19. La intención es que los miembros de la comunidad científica tengan elementos para entender cómo los virus evolucionan y se diseminan durante epidemias y pandemias. Entre los datos que se comparten están secuencias genéticas, datos clínicos y genéticos asociados con virus humanos, así como datos relacionados con virus de origen animal. Los datos son de libre acceso para todos aquellos que acceden a identificarse en la plataforma. Se trata de una colaboración internacional en la que confluyen el Ministerio Federal de Agricultura y Alimentos de Alemania, la Fundación Oswaldo Cruz de Brasil, la Agencia de Ciencia, Tecnología e Investigación de Singapur, los Centros para la Prevención y el Control de Enfermedades de los Estados Unidos, la Fundación de Sanofi Pasteur para la Epidemiología de la Influenza y Seqirus que es una empresa líder en tecnologías de vacunas contra la influenza y soluciones ante pandemias. En el sitio se pueden contrastar secuencias genéticas y acceder a bases de datos de colaboradores de diferentes partes del mundo en las que se tiene información sobre las mutaciones del virus SARS-COV-2. Adicionalmente, se tienen datos sobre la influenza entre los que destacan su propagación en el mundo, su filogenia, la composición de las vacunas, así como mapas antigénicos.

Models of Infectious Disease Agent Study (MIDAS) (MIDAS, 2020) es una red de científicos y profesionales que con base en modelos matemáticos, estadísticos y computacionales buscan comprender el desarrollo de enfermedades infecciosas como la COVID-19. La intención es que el material que se ofrece a través de *MIDAS* sea de utilidad para enfrentar crisis sanitarias. Entre las colaboraciones que desarrolló la iniciativa en conjunto con otros actores con respecto a la pandemia de la COVID-19 está el “Centro de modelado de escenarios de COVID-19” en el que se produjeron proyecciones de escenarios a largo plazo y a seis meses sobre la COVID-19 en los Estados Unidos. Lo anterior sirvió para conocer lo que podría suceder bajo diferentes escenarios. Otro proyecto fue “Estrategias de modelado para la reapertura de universidades” en el que se realizaron modelos con el fin de que las universidades estadounidenses pudieran desarrollar estrategias para el retorno a clases de manera que la propagación del virus fuera minimizada. Además, *MIDAS* posee un catálogo de datos en línea que posee variedad de objetos digitales como datos, *software*, tableros, catálogos y repositorios (MIDAS, 2022). La mayoría de los objetos digitales son sobre la COVID-19.

ELIXIR (2020) es una organización intergubernamental fundada en 2013 que integra recursos sobre las ciencias de la vida en Europa. Los recursos que ofrece son bases de datos, *software*, materiales de formación, almacenamiento en la nube y equipos de cómputo de alta gama. La intención es integrar en un solo espacio todos los recursos con el fin de que la comunidad científica tenga facilidades para hallar y compartir datos, intercambiar información, así como diseminar buenas prácticas. En relación con la COVID-19, *ELIXIR* ofrece diversos servicios. Primero, apoya a los investigadores a encontrar la base de datos adecuada para almacenar sus datos de investigación. También, ofrece acceso a bases de datos en los que se puede hallar información sobre secuencias genéticas, mutaciones, farmacología, proteínas, filogenia, entre otros aspectos asociados con el virus. Además, brinda orientación sobre cómo compartir datos para que sean localizables. Asimismo, provee información sobre *software* y recursos digitales para analizar datos. Finalmente, *ELIXIR* proporciona un listado de publicaciones científicas sobre la pandemia y que fueron elaboradas por miembros de la iniciativa.

Vivli (*Vivli. Center for Global Clinical Research Data*, 2020) es una organización sin fines de lucro que cuenta con una plataforma para compartir y analizar datos asociados con ensayos clínicos. En la plataforma los usuarios pueden solicitar datos o compartirlos en un entorno seguro. *Vivli* cuenta con más de 6800 ensayos clínicos disponibles y con 43 miembros entre los que destacan instituciones de educación superior, empresas farmacéuticas, fundaciones y agencias gubernamentales. En torno a la pandemia por COVID-19, se habilitó en la plataforma un apartado para acceder a ensayos clínicos. Estos se encuentran en diversas fases y están asociados con la administración de fármacos para el tratamiento de la enfermedad. Cabe señalar que, para proteger la privacidad de los participantes en los estudios clínicos, la solicitud de datos es evaluada por un panel independiente que verifica los méritos de la propuesta de investigación en la que se pretende emplear los datos. En caso de no tener una evaluación favorable, el acceso a los datos es denegado. Por último, *Vivli* ofrece acceso remoto a herramientas analíticas y *software* para analizar los datos.

COVID-19 Tablero México (CONACYT et al., 2022) es una iniciativa impulsada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), el Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial (CentroGeo), el Laboratorio Nacional de GeoInteligencia (GeoInt) y el Laboratorio de Datos (DataLab). Se trata de un tablero que ofrece información general sobre el desarrollo de la pandemia en territorio mexicano a nivel estatal y municipal. Muestra datos sobre casos positivos, casos negativos, casos sospechosos, defunciones, pacientes recuperados, así como casos activos. También, despliega porcentajes sobre los casos confirmados según el género, pacientes hospitalizados contra ambulatorios y las comorbilidades principales entre contagiados. Es posible realizar comparativos sobre el comportamiento de la pandemia en distintos estados de la República Mexicana. Los datos que alimentan el tablero pueden ser descargados para su reutilización. Finalmente, el tablero es actualizado diariamente y emplea datos provenientes de la Dirección General de Epidemiología.

Datos Abiertos Dirección General de Epidemiología (Secretaría de Salud, 2022) es el portal en el que la propia Dirección General de Epidemiología de México, perteneciente a la Secretaría de Salud, pone a disposición del público en general datos asociados con enfermedades entre los que se incluye la COVID-19. Dicha práctica se lleva a cabo desde antes de la pandemia. De hecho, proviene de un decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación en 2015. Los datos sobre COVID-19 se comparten a partir de abril del 2020 y han sido actualizado desde entonces. Entre la información que se puede encontrar se tienen datos demográficos y médicos sobre las personas que en algún momento se han contagiado del virus. También especifica las personas que han sido intubadas y las que han fallecido. Evidentemente, los datos están anonimizados por lo que no existe riesgo de vulnerar la privacidad de los individuos. Adicionalmente, el portal incluye un diccionario que facilita la interpretación de las bases de datos. Las bases están en un formato que favorece su reutilización e interoperabilidad con otros conjuntos de datos.

El *Portal de Datos Abiertos* (Gobierno de la Ciudad de México, 2022) del Gobierno de la Ciudad de México ofrece, entre otros aspectos, 22 conjuntos de datos relacionados con la COVID-19. Entre los conjuntos de datos que están disponibles destacan: solicitudes y derechohabientes al programa seguro de desempleo, histórico casos COVID-19 a nivel colonia, personas hospitalizadas en hospitales de la Zona Metropolitana del Valle de México, afluencia preliminar en transporte público y contratos adjudicados por COVID-19. En este sentido, se constata que el Gobierno de la Ciudad de México no se limita a compartir datos asociados con la salud, también transparenta información sobre aspectos de la vida cotidiana que se han visto alterados a consecuencia de la pandemia. Muestra de ello, son los datos sobre desempleo y transporte público. Para tener esta diversidad de tópicos en torno a la pandemia, el *Portal de Datos Abiertos* se alimenta de la información que las distintas dependencias del gobierno capitalino comparten. Los datos se pueden descargar libremente y están en un formato que permite reutilizarlos y combinarlos como el usuario prefiera. Por último, los conjuntos de datos son actualizados constantemente por lo que su vigencia es continua. En la Tabla 4.1 se sintetiza el propósito, el alcance, los actores participantes y el beneficio proporcionado por cada iniciativa examinada.

Tabla 4.1 Iniciativas de datos abiertos durante la pandemia de COVID-19

Nombre	¿Qué propósito tiene?	¿Qué región geográfica cubre?	¿Quiénes participan?	¿Qué bien se recibe?
Coronavirus Watch	Proporcionar una visión global del estado de la pandemia.	Global. Proporciona información sobre el estado de la pandemia en los 5 continentes.	1. International Research Centre on Artificial Intelligence (auspiciado por UNESCO), 2. OECD AI Policy Observatory, 3. Eventregistry, 4. Jožef Stefan Institute, 5. HUMANE-AI.	Permite conocer el estado actual de la pandemia a nivel global. Brinda datos como el número de casos, muertos y recuperados. En adición, brinda actualizaciones sobre notas periodísticas (locales e internacionales) asociadas con la pandemia. Permite comparar entre los distintos países el desarrollo que ha tenido la pandemia.
Covid-19 Universal Resource gateway	Proveer acceso a recursos mundiales sobre COVID-19 y temas asociados.	Global. Proporciona acceso a recursos de información globales sobre COVID-19.	1. Documentation Research and Training Centre, 2. Indian Statistical Institute, 3. UNESCO.	Permite acceder a diversos recursos de información sobre COVID-19. Los recursos que ofrece son publicaciones científicas, recursos educativos, repositorios digitales, bases datos y sitios web.
Data Together COVID-19 Appeal and Actions	Acelerar la implementación de un ecosistema de apertura de datos con base en los principios FAIR.	Global. Miembros de la comunidad científica internacional pueden contribuir y utilizar.	1. Committee on Data, 2. GO FAIR, 3. Research Data Alliance y 4. World Data System.	Puesta en marcha de un ecosistema de compartir datos sobre COVID-19 con base en los principios FAIR. Lo anterior permite que los datos sean hallables, accesibles, interoperables y reutilizables. Asimismo, se establecen y clarifican lineamientos para que se compartan los datos, incluso en diferentes áreas de conocimiento.

Data Together-RDA COVID-19 Working Group	Definir lineamientos claros y detallados para compartir datos de investigación en las circunstancias de la pandemia por COVID-19, teniendo en cuenta los intereses de investigadores, legisladores, financiadores, editores y prestadores de servicios de información.	Global	1. Research Data Alliance, 2. Grupo de trabajo RDA-COVID-19.	Lineamientos clarificados y detallados sobre compartir datos en las circunstancias de la pandemia por COVID-19.
Johns Hopkins Coronavirus Resource Center (CRC)	Brindar información a nivel mundial sobre casos, pruebas, rastreo y vacunación en torno a la pandemia por COVID-19.	Global. Proporciona información sobre el estado de la pandemia en los 5 continentes.	1. Universidad Johns Hopkins (Escuela de salud pública Boomborg, Laboratorio de física aplicada, Centro de sistemas de ciencia e ingeniería) 2. Filantropías Bloomberg 3. Fundación Stavros Niarchos, 4. Proveedores de información en distintos lugares del mundo (generalmente sitios gubernamentales).	Es una iniciativa que permite conocer por medio de cifras el desarrollo de la pandemia por COVID-19. Brinda información sobre contagios, fallecimientos, recuperados, pruebas, entre otros. Adicionalmente, ofrece recursos educativos abiertos que permiten aprender sobre el virus, rastreo de contactos y la vacunación. Finalmente, cuenta con enlaces hacia notas periodísticas acerca de COVID-19 y temas relacionados.
COVID-19 Data Portal	Recolectar conjuntos de datos relevantes para compartir y analizar con el fin de acelerar la investigación sobre COVID-19.	Global. Permite a usuarios de todo el mundo compartir (previa validación) y acceder a los recursos de información.	1. ELIXIR (organización intergubernamental), 2. EOSC-Life (European Open Science Cloud), 3. Comisión Europea, 4. EMBL-EBI (European Molecular Biology Laboratory-European Bioinformatics Institute).	Permite a los investigadores cargar, acceder y analizar datos de referencia relacionados con COVID-19 y conjuntos de datos especializados. Los recursos de información que ofrece son secuencias virales, expresiones genéticas, proteínas, bioquímica, imágenes de microscopio, literatura, entre otros.
OpenAIRE for COVID-19	Proporcionar servicios para ayudar a compartir, descubrir, navegar y colaborar con la comunidad de investigación global.	Global.	1. OpenAIRE, 2. Comisión Europea	1. Zenodo COVID-19 Community. Permite acceder a diversos recursos de información (artículos, <i>preprints</i> , conjuntos de datos, software, reportes, entre otros) que son relevantes para enfrentar los desafíos de la pandemia. 2. Scientific Gateway. Proporciona acceso a publicaciones, datos de investigación, proyectos y <i>software</i> que pueden ser relevantes sobre COVID-19.
Sharing research data and findings relevant to the novel coronavirus (COVID-19) outbreak	Garantizar que los resultados de la investigación y los datos relevantes para este brote se compartan rápida y abiertamente para informar la respuesta de salud pública y ayudar a salvar vidas.	Global. Distintos actores en el mundo forman parte del pronunciamiento	1. Wellcome Trust 2. Otros firmantes.	Generar conciencia sobre la necesidad de compartir vía acceso abierto las publicaciones, los hallazgos, los datos, los protocolos y los estándares asociados con la investigación científica sobre COVID-19.
Nextstrain	Ayudar a la comprensión epidemiológica y mejorar la respuesta a los brotes.	Global	1. Nextstrain.	Proporciona una instantánea en tiempo real de la evolución de las poblaciones de patógenos y visualizaciones de datos interactivas a virólogos, epidemiólogos, funcionarios de salud pública y científicos

				ciudadanos. A través de visualizaciones de datos interactivas permite la exploración de conjuntos de datos continuamente actualizados, proporcionando una herramienta de vigilancia novedosa para las comunidades científica y de salud pública.
Gisaid	Promover el intercambio rápido de datos de todos los virus de la influenza y el coronavirus que causan COVID-19.	Global	1. República Federal de Alemania, 2. Fundacao Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), 3. Agencia de Ciencia, Tecnología e Investigación de Singapur, 4. Centros de Prevención y Control de Enfermedades (CDC), 5. Fundación de Sanofi Pasteur para la epidemiología de la influenza, 6. Seqirus. 7. Instituto Pasteur, 8. QIAGEN, 9. a7digital, 10. Centro de Investigación del Cáncer Fred Hutchinson, 11. Universidad Biozentrum de Basilea	Proporciona secuencias genéticas y datos clínicos y epidemiológicos relacionados asociados con virus humanos, y datos geográficos y específicos de especies asociados con virus aviares y otros virus animales, para ayudar a los investigadores a comprender cómo evolucionan los virus y se propagan durante epidemias y pandemias.
Models of Infectious Disease Agent Study (MIDAS)	Desarrollar y utilizar modelos computacionales, estadísticos y matemáticos para mejorar la comprensión de la dinámica del COVID-19 en lo que respecta a la patogénesis, la transmisión, las estrategias de control efectivas y previsión.	Global	1. Miembros de la comunidad de MIDAS que alimentan información.	El portal brinda datos e información acerca de COVID-19. Primero, permite acceder a <i>webinars</i> sobre modelos computacionales, estadísticos y matemáticos sobre la pandemia y temas relacionados. Segundo, fondos para financiar investigaciones asociadas con COVID-19. Acceso libre a datos de investigación, así como a un catálogo de software para monitorear y analizar datos sobre la pandemia.
ELIXIR	Proporcionar a investigadores servicios y recursos de información para estudiar la enfermedad de COVID-19.	Global. Brinda recursos sobre todo el mundo y cualquiera puede acceder	1. ELIXIR (organización intergubernamental), 2. Miembros de la comunidad científica.	Amplia gama de servicios y recursos de información para investigación sobre COVID-19. Permite hallar repositorios en los que se pueden depositar datos, así como <i>software</i> y recursos computacionales para procesarlos. Asimismo, brinda orientación sobre cómo compartir datos de manera sencilla. También permite acceder a publicaciones científica provenientes de la iniciativa. Brinda enlace a repositorios de datos en los que los interesados pueden hallar conjuntos sobre COVID-19.
Vivli	Ayudar a los investigadores a compartir y acceder a datos de ensayos clínicos a fin de avanzar la ciencia.	Global	1. Vivli (organización sin fines de lucro), 2. Contribuidores de datos.	Acceso libre a datos anonimizados sobre ensayos clínicos asociados con COVID-19.
COVID-19 Tablero México	Proporcionar una visión general del estado de la pandemia en México.	México	1. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), 2. Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial (CentroGeo), 3. Laboratorio Nacional de	Permite conocer el desarrollo de la pandemia en territorio mexicano a nivel estatal y municipal. Muestra datos sobre casos positivos, casos negativos, casos

			GeoInteligencia (GeoInt), 4. Laboratorio de Datos (DataLab).	sospechosos, defunciones, pacientes recuperados, así como casos activos. Despliega porcentajes sobre los casos confirmados según el género, pacientes hospitalizados contra ambulatorios y las comorbilidades principales entre contagiados.
Datos Abiertos Dirección General de Epidemiología	Brindar datos demográficos y médicos sobre las personas contagiadas de COVID-19.	México	1. Dirección General de Epidemiología, 2. Secretaría de Salud	Entre la información que se puede encontrar se tienen datos demográficos y médicos sobre las personas que en algún momento se han contagiado del virus. También especifica las personas que han sido intubadas y las que han fallecido. El portal incluye un diccionario que facilita la interpretación de las bases de datos.
Portal de Datos Abiertos	Compartir datos médicos y sociales sobre la COVID-19 en la Zona Metropolitana del Valle de México.	Zona Metropolitana del Valle de México	1. Gobierno de la Ciudad de México, 2. Agencia Digital de Innovación Pública.	Entre los conjuntos de datos que están disponibles destacan: solicitudes y derechohabientes al programa seguro de desempleo, histórico de casos de COVID-19 a nivel colonia, personas hospitalizadas en hospitales de la Zona Metropolitana del Valle de México, afluencia preliminar en transporte público y contratos adjudicados por COVID-19.

Fuente de Consulta: Elaboración Propia

Reflexiones en torno a los datos abiertos durante la pandemia

La revisión de estas iniciativas permite constatar que la emergencia sanitaria causada por el virus *SARS-COV-2* trajo consigo prácticas novedosas en torno a los datos para la investigación. Previo a la pandemia compartir datos era uno de los elementos que se promovía en algunas disciplinas, sin embargo, fue hasta esta situación que se observó el verdadero potencial, así como los beneficios que dicha práctica brinda. Lo anterior se muestra en iniciativas como *Data Together-RDA COVID-19 Working Group* enfocadas en desarrollar recomendaciones y lineamientos para facilitar la distribución de datos en distintas áreas del conocimiento. Esto es relevante pues sienta las bases sobre cómo se deben compartir datos por parte de la comunidad científica en caso de emergencia sanitaria. Si bien los lineamientos son perfectibles, ya existe un antecedente que puede ser utilizado como referente en la próxima pandemia o emergencia planetaria. Adicionalmente, dicho antecedente también puede ser de utilidad para que se distribuyan datos de problemas que, si bien no son emergencias planetarias, si afectan el día a día de los individuos en determinadas partes del mundo. Ciertamente, en el Antropoceno es probable que fenómenos como la pandemia o algunos otros asociados con el cambio climático obliguen a la comunidad científica a movilizarse de forma innovadora, tal como sucedió en esta ocasión.

En varias de las iniciativas que se examinaron se observa que los miembros de la comunidad científica se esforzaron por compartir de manera digital los datos genómicos relacionados con el virus *SARS-COV-2*. La razón detrás de esto es que la vigilancia genómica se convirtió en una necesidad para mitigar y contener la propagación del virus (Robishaw et al., 2021). De hecho, los avances en las tecnologías y los métodos de la disciplina permiten entender el origen, el brote, la transmisión y la evolución de virus como el *SARS-COV-2* (Saravanan et al., 2022). Asimismo, la genómica es relevante porque derivado de sus investigaciones se puede caracterizar el virus, estimar la prevalencia de alguna variante, evaluar la efectividad de los tratamientos médicos e investigar la propagación de la enfermedad (NCIRD, 2022).

En el caso de esta pandemia, el hecho de que existieran plataformas digitales en las que los investigadores pudieran compartir las secuencias genómicas del virus permitió que se tuviera conocimiento, casi en tiempo real, de su estructura, sus mutaciones, así como de las tendencias relacionadas con su diseminación. Lo anterior favoreció el desarrollo de vacunas en un periodo que antes era poco probable. Esto coincide con lo que señalan Pfenninger et al. (2017) y Choudhury et al. (2014) sobre la aceleración del progreso científico y la construcción de nuevo conocimiento que deriva de compartir datos.

Adicionalmente, hubo esfuerzos para lograr que los datos que se compartieran no fueran únicamente para la comunidad científica. Los tableros como *Coronavirus Watch*, *Johns Hopkins Coronavirus Resource Center* y *COVID-19 Tablero México* ofrecen información que puede ser de interés para toda aquella persona interesada en conocer sobre la evolución de la pandemia. Es decir, se trata de información socialmente relevante y que no requiere de ser científico para poder hacer sentido de ella. Si bien aún hay áreas de oportunidad para involucrar más a la ciudadanía, iniciativas como estas son un impulso para vencer la crítica hacia la Ciencia Abierta que afirma que lo que se comparte únicamente es de utilidad para los científicos (Elliott & Resnik, 2019). También, las iniciativas dejan visualizar que la apertura de datos incentiva la generación de colaboraciones. De hecho, la mayor parte de las iniciativas que se revisaron son impulsadas por más de una organización. Esto se debe a que la puesta en marcha de las plataformas requiere de especialistas de distintas áreas con conocimientos de biología, ciencia de datos, inteligencia artificial, ciencias de la información, entre otras. Más aún, se visualiza la participación de actores provenientes de la academia, la industria, el gobierno y la sociedad civil. En fin, la pandemia de COVID-19 ha sido un fenómeno con consecuencias devastadoras, sin embargo, la institución científica se reinventó para ofrecer soluciones. En este sentido, las iniciativas para compartir y reutilizar datos de investigación brindaron elementos para mitigar los efectos del virus. Se esperaría que la lección sirva de ejemplo sobre cómo debería ser la ciencia en el futuro, en especial, ante los problemas del Antropoceno que desde ahora acechan a la humanidad.

Referencias

- Abasyn University Peshawar, Academy of Medical Sciences, Africa CDC, African Academy of Sciences, African Journal of Laboratory Medicine, ACS, APS, American Society for Microbiology, Annals of Internal Medicine, ARTiFACTS, arXiv, Assistant Secretary for Preparedness and Response, ANZICS, FWF, Ayass Bioscience LLC, BenevolentAI, BNITM, Bill & Melinda Gates Foundation, Biochemical Society & Portland Press, ... ZonMW. (2020). *Sharing research data and findings relevant to the novel coronavirus (COVID-19) outbreak*. <https://wellcome.org/coronavirus-covid-19/open-data>
- Choudhury, S., Fishman, J. R., McGowan, M. L., & Juengst, E. T. (2014). Big data, open science and the brain: Lessons learned from genomics. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(MAY), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00239>
- CODATA. (2020). *Data Together COVID-19 Appeal and Actions*. <https://codata.org/data-together-covid-19-appeal-and-actions/>
- CONACYT, CentroGeo, GeoInt, & DataLab. (2022). *Covid-19 México*. <https://datos.covid-19.conacyt.mx/>
- Coronavirus Watch*. (2022). <https://coronaviruswatch.ircai.org/?country=All&dashboard=news>
- COVID-19 Working Group. (2020). *RDA-COVID19 Case Statement*.
- CURE. (2020). *CURE - COVID19 Universal Resource gateway*. <https://drtc.isibang.ac.in/okp/home>
- Díaz, O., Riquelme, G. M. L., & Rivera, G. (2021). Ciencia Abierta y su papel durante la pandemia de COVID-19. *Investigación Bibliotecológica: archivonomía, bibliotecología e información*, 35(88), 147–160. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2021.88.58403>
- ELIXIR. (2020). *ELIXIR support to COVID-19 research*. <https://elixir-europe.org/services/covid-19>

- ELIXIR, & EMBL-EBI. (2020). *COVID-19 Data Portal - accelerating scientific research through data*. <https://www.covid19dataportal.org/>
- Elliott, K. C., & Resnik, D. B. (2019). Making open science work for science and society. *Environmental Health Perspectives*, 127(7), 1–6. <https://doi.org/10.1289/EHP4808>
- GISAID. (2022). *Tracking of hCoV-19 Variants*. <https://gisaid.org/hcov19-variants/>
- Gobierno de la Ciudad de México. (2022). *22 conjuntos de datos sobre Covid-19*. <https://datos.cdmx.gob.mx/group/covid-19>
- Johns Hopkins University & Medicine. (2020). *Johns Hopkins Coronavirus Resource Center*. <https://coronavirus.jhu.edu/>
- Li, J., Lai, S., Gao, G. F., & Shi, W. (2021). The emergence, genomic diversity and global spread of SARS-CoV-2. *Nature*, 600(7889), 408–418. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-04188-6>
- MIDAS. (2020). *Online Portal for COVID-19 Modeling Research*. <https://midasnetwork.us/covid-19/>
- MIDAS. (2022). *MIDAS Catalog*. <https://midasnetwork.us/catalog/>
- NCIRD. (2022). *¿Qué es la vigilancia genómica?* <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/variants/genomic-surveillance.html>
- Nextstrain. (2020). <https://nextstrain.org/>
- OECD. (2020). *OECD Employment Outlook 2020. Worker Security and the COVID-19 Crisis. Highlights*.
- OpenAIRE. (2020). *OpenAIRE for COVID-19*. <https://www.openaire.eu/openaire-activities-for-covid-19>
- Pfenninger, S., DeCarolus, J., Hirth, L., Quoilin, S., & Staffell, I. (2017). The importance of open data and software: Is energy research lagging behind? *Energy Policy*, 101(November 2016), 211–215. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.11.046>
- RDA COVID-19 Working Group. (2020). *Recommendations and Guidelines on data sharing*. Research Data Alliance. <https://doi.org/https://doi.org/10.15497/RDA00052>
- Robishaw, J. D., Alter, S. M., Solano, J. J., Shih, R. D., DeMets, D. L., Maki, D. G., & Hennekens, C. H. (2021). Genomic surveillance to combat COVID-19: challenges and opportunities. *The Lancet Microbe*, 2(9), e481–e484. [https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(21\)00121-X](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(21)00121-X)
- Saravanan, K. A., Panigrahi, M., Kumar, H., Rajawat, D., Nayak, S. S., Bhushan, B., & Dutt, T. (2022). Role of genomics in combating COVID-19 pandemic. *Gene*, 823, 146387. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2022.146387>
- Secretaría de Salud. (2022). *Datos Abiertos Dirección General de Epidemiología*. <https://www.gob.mx/salud/documentos/datos-abiertos-152127>
- van Dorp, L., Houldcroft, C. J., Richard, D., & Balloux, F. (2021). COVID-19, the first pandemic in the post-genomic era. *Current Opinion in Virology*, 50, 40–48. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2021.07.002>
- Vivli. *Center for Global Clinical Research Data*. (2020). <https://search.vivli.org/>

Whitmee, S., Haines, A., Beyrer, C., Boltz, F., Capon, A. G., de Souza Dias, B. F., Ezeh, A., Frumkin, H., Gong, P., Head, P., Horton, R., Mace, G. M., Marten, R., Myers, S. S., Nishtar, S., Osofsky, S. A., Pattanayak, S. K., Pongsiri, M. J., Romanelli, C., ... Yach, D. (2015). Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health. *The Lancet*, 386(10007), 1973–2028. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60901-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60901-1)

Zastrow, M. (2020). Open science takes on the coronavirus pandemic. *Nature*, 581(7806), 109–110. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-01246-3>

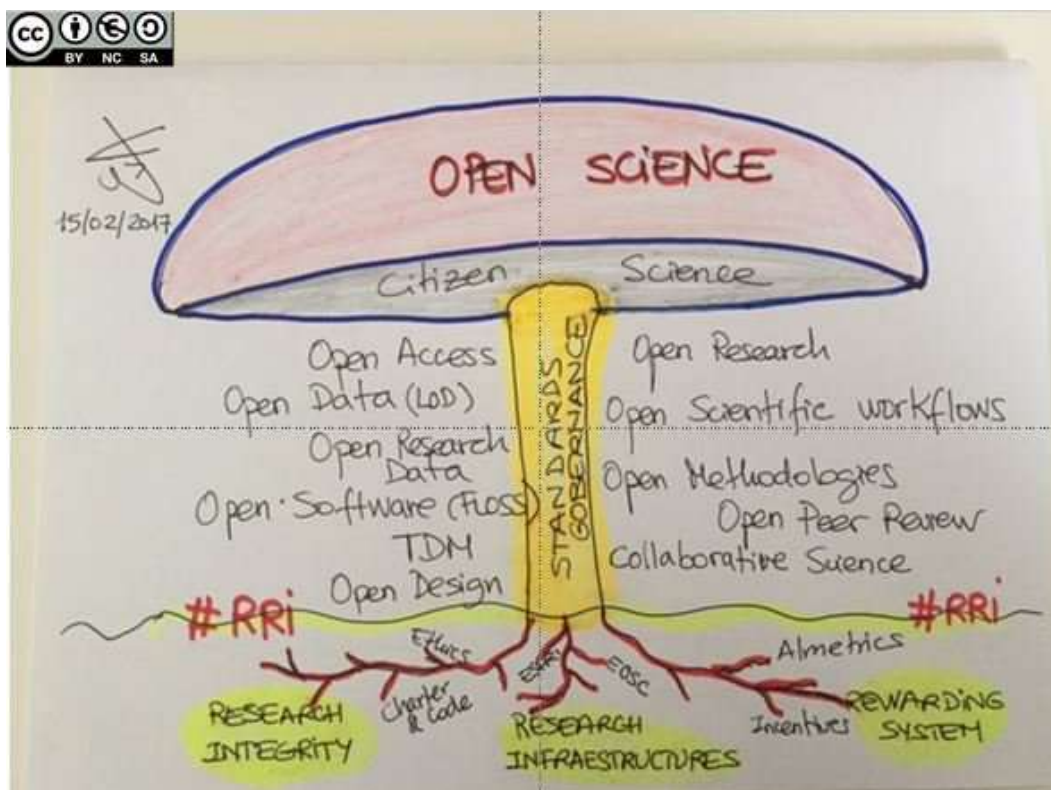
Capítulo V. Hacia una cultura de datos abiertos en la ciencia

Introducción

El escenario actual obliga a reflexionar sobre el papel de los datos en la actividad científica. La ciencia detrás de los muros de pago, el fraude, la crisis de reproducibilidad, las restricciones presupuestarias, así como los problemas del Antropoceno exigen una práctica científica que sea transparente, colaborativa e incluyente. La crisis sanitaria provocada por la pandemia de *COVID-19* reveló que es posible desarrollar ciencia de forma innovadora, por encima de intereses económicos y en beneficio de la humanidad. En este sentido, el libre acceso a datos oficiales y de investigación permitió comprender de mejor forma el desarrollo de la pandemia y, por ende, buscar soluciones para mitigar sus efectos. Ciertamente, la crisis de salud provocó la pérdida de millones de vidas humanas y puso en riesgo a distintas esferas de la sociedad por lo que la mejor opción fue operar bajo un modelo de Ciencia Abierta. Sin embargo, es una realidad que dicho modelo y la apertura de datos no es la norma en la institución científica. Al contrario, diversos actores exhiben resistencia para que su implementación devenga parte de la nueva normalidad.

Por lo anterior, en este capítulo se reflexiona sobre el camino que se debe tomar para transitar hacia una cultura de datos abiertos en la ciencia. Para ello, se toma como referencia el terreno y las raíces que, según Méndez (2021), son la base sobre los que florecerá el modelo de Ciencia Abierta. Ver Figura 5.1 El terreno se refiere a que el quehacer científico requiere de procesos de Investigación e Innovación Responsables. Las raíces consisten en la integridad, la infraestructura y los sistemas de incentivos que deben existir para que germine el modelo de Ciencia Abierta. En este orden de ideas, primero, se argumenta que practicar la ciencia con integridad es complementario a la disposición de compartir datos. Luego, se señala que invertir y desarrollar infraestructura es indispensable para distribuir datos adecuadamente. Después, se discute que el replanteamiento del sistema de incentivos es crucial para que cada vez más miembros de la comunidad científica se sumen la apertura de datos en la ciencia. Posteriormente, se reflexiona sobre cómo la reinención de estos tres elementos favorece que las actividades de investigación e innovación se desarrollen de manera responsable lo cual es ideal para enfrentar los problemas del Antropoceno.

Figura 5.1 Hongo de la Ciencia Abierta



Fuente de Consulta: <https://twitter.com/evamen/status/844158610225664000?s=20&t=k7ubi9q6OirK6FAYDokwOQ>

La integridad

A menudo se piensa que la institución científica está cubierta por un manto plagado de integridad, honestidad y objetividad por lo que se cree que los procesos, así como las interacciones en su interior son puramente intelectuales. Posicionamientos como éste son fortalecidos por recuentos en los que se idealiza la actividad científica. Tal es el caso de la narrativa ofrecida por Merton (1973, 1984), quien afirmó que el éxito de la ciencia en Inglaterra durante el siglo XVII se debió a que sus miembros se condujeron bajo preceptos como el universalismo, el comunismo, el desinterés y el escepticismo organizado. También señaló, a mediados del siglo XX, que la institución científica se debía regir con base en las mismas normas, en especial, ante los riesgos asociados con los movimientos nacionalistas de la época. Evidentemente, el posicionamiento de Merton fue cuestionado pues la realidad de la práctica científica revelaba lo contrario (Mitroff, 1974; Mulkay, 1976). Es decir, de acuerdo con estos autores los miembros de la comunidad científica evalúan las investigaciones con base en criterios personales, optan por ocultar los elementos de las investigaciones, ponen sus intereses por encima del progreso del conocimiento y les incomoda que sus investigaciones sean sometidas al escrutinio público.

Desafortunadamente, la opacidad devino una característica de la actividad científica. Tendencias como la capitalización del conocimiento, la propiedad intelectual y la secrecía inhibieron la apertura de la ciencia. Más aún, al amparo de estas tendencias es que se ha erosionado la integridad de la institución científica debido a la ejecución de prácticas fraudulentas y la invención de datos (Baker, 2016; Bhattacharjee, 2013; Peng, 2015). Lo anterior tiene sumida a la ciencia en una crisis de reproducibilidad y transparencia. Por este motivo es comprensible que cuando se trata de compartir datos de investigación los científicos manifiestan resistencia. Asimismo, están aquellos que cometen errores y que prefieren no compartir datos pues temen ser evidenciados por malas prácticas de investigación. Al respecto, Sayogo y Pardo (2013) afirman que a algunos investigadores les inquieta que, a partir de sus datos, otros obtengan diferentes resultados o encuentren errores procedimentales. También, por ejemplo, Choudhury et al. (2014) mencionan que en genómica los científicos temen que compartir evidencie la pobre calidad de sus métodos de recolección. Este tipo de hallazgos llevan a suponer que algunos científicos están conscientes de que sus trabajos contienen errores y que, sin embargo, esta situación no les impide publicarlos.

Habría que preguntar si detrás de la opacidad con la que opera la institución científica se encuentra una licencia para que los científicos desarrollen investigaciones deficientes. Especialmente, en un sistema que, desde hace tiempo, no se caracteriza por exigir transparencia y en el que, al exterior, todo aquello con la etiqueta “ciencia” es escasamente cuestionado. Tal vez, es conveniente debatir si la supuesta integridad con la que se desarrolla la actividad científica no es más que un recurso discursivo para legitimar su autonomía frente a otras esferas de la sociedad. Ciertamente, no sería responsable afirmar que todos los actores de la comunidad científica se desempeñan de forma corrupta. Es un hecho que existen estudiantes, profesores, investigadores, instituciones educativas, centros de investigación y ministerios de ciencia que se conducen de manera recta, proba e intachable. No obstante, también es real la presencia de actores que erosionan la integridad de la institución científica con sus actos.

Por lo anterior, la transición hacia una cultura de datos abiertos de investigación exige una reinención de lo que significa la integridad en la ciencia. En este sentido, la integridad debe ser demostrable y, argumentamos en este trabajo, que no hay mejor manera de hacerlo que por medio de la apertura de los elementos de las investigaciones. En consecuencia, los investigadores deberían desprenderse de la noción de que los datos les pertenecen porque ellos los recolectaron, así como de la idea de que únicamente quienes los recolectan pueden decidir su uso futuro. Si bien, los científicos movilizan recursos y esfuerzo para obtener datos empíricos, también es una realidad que, en algunas naciones como México, la mayor parte de la actividad científica es financiada con recursos públicos (CONACYT, 2021). En este sentido, debería entenderse que la titularidad de los datos pertenece a la Institución que financia la investigación o bien a los contribuyentes que aportan al erario y que, por tanto, deberían tener derecho a utilizar y gozar los productos de la ciencia.

Otra señal de integridad es que los científicos estén dispuestos a que sus datos, así como la forma en que los recolectan, sean accesibles para cualquiera y, en caso de ser necesario, sometidos a escrutinio. Esto ofrece distintas ventajas. Primero, los datos de buena calidad pueden servir de ejemplo para que otros investigadores observen qué evidencia se requiere y cuáles son los procedimientos para edificar una investigación adecuada (Díaz et al., 2021). Segundo, la evolución de la ciencia no es lineal, por lo que el hecho de que el acceso a los datos permita identificar errores no debe ser motivo para no compartirlos y ser juzgado en caso de errores. Al contrario, debería ser considerado un proceso natural que permite corregir el corpus de conocimiento existente (Harper & Kim, 2018). Evidentemente, este cambio de visión incluye a quienes evalúan las investigaciones pues, como señala Merton, deberían realizarlo con base en criterios lógicos y empíricos. En adición, el hecho de tener consciencia de que los datos serán de dominio público estimula que los científicos tengan mayor cuidado con el desarrollo de sus investigaciones (Poldrack & Gorgolewski, 2014), lo que se traduce en conocimiento de mayor calidad. Finalmente, este cambio de perspectiva respaldaría la representación de que los investigadores se conduzcan de manera recta, proba e intachable pues se prioriza el progreso del conocimiento y se combaten las malas prácticas en la ciencia.

La infraestructura

Es cierto que las tecnologías de la información y la comunicación, así como el internet son un componente facilitador de la Ciencia Abierta. Como señala Abadal (2021) los avances tecnológicos han permitido que desde finales del siglo pasado tengamos una investigación cada vez más colaborativa y con mejores medios para intercambiar información de manera sencilla. En este sentido, el internet ha derribado las barreras geográficas que anteriormente impedían el flujo de conocimiento. Más aún, el confinamiento provocado por la pandemia de COVID-19 aceleró la transición hacia los ambientes digitales. Lo anterior favorece a la Ciencia Abierta, así como a la transición hacia una cultura de datos abiertos de investigación. Sin embargo, el fenómeno de la pandemia también ha revelado que el acceso a infraestructura para poner en marcha el modelo de Ciencia Abierta y la apertura de datos de investigación no está disponible para todos por igual. Al respecto, regiones como Europa Occidental o países como Estados Unidos están mejor preparados en términos de infraestructura para albergar iniciativas de datos abiertos de investigación (de Vries et al., 2011). Por el contrario, los países menos desarrollados tienen dificultades para su implementación.

En la literatura científica se tienen diversos estudios que muestran la importancia de contar con infraestructura adecuada para distribuir datos de investigación. Childs et al. (2014) señalan que investigadores participantes en proyectos sobre salud tienen dificultades para compartir sus datos pues no cuentan con repositorios destinados para ello. Nguyen et al. (2017) apuntan que para científicos dedicados a la telemetría marina, la existencia de infraestructura y apoyo en tecnologías de la información es un elemento indispensable para que compartan con facilidad los datos que generan. Kim y Zhang (2015) hallaron que para científicos pertenecientes a las ramas de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas la presencia de repositorios enfocados a almacenar datos resulta determinante en su disposición para compartir. Whyte y Pryor (2011) describen que no se trata únicamente de disponer de *hardware* y *software*, pues también es necesario contar con infraestructura humana que apoye a los investigadores en el proceso de gestionar los datos para compartir. Este último punto coincide con lo descrito por Díaz et al. (2021) quienes hallaron que científicos sociales de una universidad mexicana también sugieren la presencia de personal de apoyo para compartir datos.

En este orden de ideas, la transición hacia una cultura de datos abiertos en la ciencia necesita el desarrollo de infraestructura que facilite compartir datos de investigación. Primeramente, el gobierno, a través de sus entes encargados de la gestión de la actividad científica, debe promover la creación de plataformas digitales en las que se depositen datos de investigación. La promoción debe incluir financiamiento, así como tecnología que permita la puesta en marcha de los repositorios enfocados en datos. En el caso de México, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) apoyó la creación de repositorios institucionales de acceso abierto, sin embargo, estos se han utilizado, en mayor grado, para brindar acceso a trabajos concluidos tales como artículos y tesis de grado (CONACYT, 2022). Aunado a lo anterior, estos entes deberían trabajar en el desarrollo de lineamientos sobre cómo se deben compartir los datos científicos de acuerdo con la naturaleza de cada área del conocimiento. Esto permitiría que los miembros de la comunidad científica tengan mayor claridad sobre el proceso para compartir.

Asimismo, las instituciones de educación superior y los centros de investigación deben facilitar la apertura de datos científicos. Para ello, podrían destinar recursos para la creación de repositorios en los que sus miembros depositen los datos que generen en el marco de sus investigaciones. También, se sugiere que estos actores impartan acciones de formación, como cursos, talleres o seminarios en los que se concientice a la comunidad sobre los beneficios de compartir datos y se enseñe cómo realizar una adecuada gestión de éstos. En este sentido, los espacios para depositar, así como las acciones formativas deberían incluir a los estudiantes pues la transición cultural que esta práctica implica no se desarrolla de manera inmediata por lo que sería conveniente que los jóvenes la incorporen gradualmente y desde una etapa temprana en su proceso formativo. Por otra parte, McKiernan et al. (2016), así como Zuiderwijk y Spiers (2019) afirman que compartir datos aumenta la visibilidad y, por ende, el reconocimiento de los actores que lo promueven. Adicionalmente, las universidades y los centros de investigación que cuenten con servicios bibliotecarios tienen la oportunidad de involucrar a sus comunidades estudiantiles y académicas en la apertura de datos en la ciencia. La evidencia muestra que los servicios bibliotecarios son de gran apoyo para que los científicos compartan y se tenga una adecuada gestión de los datos (Cox et al., 2016; Cox & Pinfield, 2014). Finalmente, la libre distribución y reutilización de datos podría ser una alternativa innovadora para enfrentar las restricciones presupuestarias que, hoy en día, padecen las instituciones.

El sistema de incentivos

Actualmente, los sistemas de evaluación de las Instituciones de Educación Superior (IES) y Centros de Investigación (CI) que miden el desempeño de los científicos no suelen contemplar la práctica de compartir datos de investigación. Generalmente, estos se enfocan en la publicación de artículos, capítulos, libros y memorias de congreso, así como en la obtención de patentes. Asimismo, se consideran relevantes actividades como impartir clases, dirigir tesis o coordinar proyectos. Lo anterior estimula a los investigadores a no sentirse atraídos por compartir datos en la ciencia, pues no observan un beneficio inmediato al hacerlo. Andreoli-Versbach y Mueller-Langer (2014) señalan que el progreso, así como el reconocimiento de los científicos pertenecientes al área de administración y negocios depende en mayor medida de las publicaciones y no de compartir datos. Por esta razón, parte importante de la comunidad científica únicamente se centra en publicar y recibir citas, viviendo bajo el lema “publicar o perecer” (Vinck, 2014). Esto se exagera porque el sistema académico es altamente competitivo y los científicos temen que compartir datos amenace sus oportunidades para publicar hallazgos a partir de datos que originalmente recolectaron (S. Y. Kim & Kim, 2018; Macfarlane & Cheng, 2008; Zuiderwijk & Spiers, 2019). Adicionalmente, diversos estudios muestran que algunos investigadores optan por no compartir debido a un tema de tiempo y esfuerzo (Bisol et al., 2014; Díaz et al., 2021; Fecher et al., 2015). Primero, están aquellos que prefieren conservar sus datos pues no les parece justo que otros los aprovechen cuando ellos fueron los que los recolectaron. Segundo, hay investigadores que mencionan que preparar los datos para compartir requiere tiempo y esfuerzo que no están dispuestos a invertir pues no es una labor reconocida. Por ello, prefieren enfocarse en realizar otras actividades que sí son valoradas por el sistema científico.

La transición hacia una cultura de datos abiertos en la ciencia exige la reinención del sistema de incentivos. Más allá de únicamente valorar el número de publicaciones escritas, patentes obtenidas y citas recibidas, los sistemas de evaluación también deberían contemplar la práctica de compartir y reutilizar datos de investigación. Primero, quienes comparten tendrían que ser reconocidos por el esfuerzo y el tiempo que dedican a recolectar, curar y compartir datos que pueden ser aprovechados por otros. En este sentido, quienes comparten contribuyen a transparentar la práctica científica, dar acceso a un elemento que frecuentemente es obtenido con financiamiento público y a proveer insumos cuya obtención requeriría de una nueva inversión de recursos. Por lo anterior, la apertura de datos coadyuva a solucionar la crisis de transparencia y reproducibilidad, así como a aliviar las restricciones presupuestarias de la actualidad. Las agencias gubernamentales, las IES y los CI deberían considerar los beneficios que se obtienen e incorporar la distribución de datos en las escalas para valorar el rendimiento de los científicos.

Al respecto, la trayectoria de los datos de investigación que se comparten puede ser evaluada de manera similar a los artículos científicos tradicionales. Para ello, se sugiere considerar los *data papers* que son artículos académicos arbitrados que describen un conjunto o varios conjuntos de datos y que incluyen información contextual sobre cómo se produjeron y obtuvieron (Schöpfel et al., 2019). Estos documentos no pretenden incluir análisis o hallazgos pues lo que se busca es que el lector sea capaz de entender qué, cuándo, cómo y por qué se generaron los datos (Rushby, 2015). Asimismo, los *data papers* contribuyen a solucionar algunos de los problemas asociados con la distribución de los datos científicos. De acuerdo con Chavan y Penev (2011), éstos permiten generar una publicación que brinda crédito a sus autores; atraer la atención de la comunidad científica hacia los datos de investigación y describir los datos de una forma legible. Al respecto, se coincide con García-García et al. (2015) quienes argumentan que los *data papers* facilitan la búsqueda y la reutilización de los datos en la ciencia. Por otra parte, a los datos que son depositados en repositorios se les puede asignar un Identificador de Objeto Digital (DOI por sus siglas en inglés) que permita rastrear cada que son descargados, compartidos o reutilizados por otros usuarios. Lo anterior brinda la oportunidad de contar con registros que son cuantificables, así como una noción del impacto que los datos tienen después de ser distribuidos. Ciertamente, la transición que se plantea requiere de modos y métricas alternativas que incentiven, entre los científicos, una mejor actitud para compartir los datos que poseen.

Datos Abiertos para una Investigación e Innovación Responsables

De acuerdo con Méndez (2021) para que la Ciencia Abierta y sus prácticas devengan la nueva normalidad se requiere de un suelo fértil que favorezca el desarrollo de IIR. La IIR es un “proceso dinámico e iterativo en el que todas las partes interesadas en la investigación e innovación responden mutuamente y comparten la responsabilidad tanto del proceso como de sus resultados” (García et al., 2016). El término se empleó por primera ocasión en 2013 en un documento emitido por la Unión Europea en el que se determinó el marco de referencia que rigió las actividades de investigación e innovación en relación con el programa Horizonte 2020 (EU, 2013). En éste se menciona que es necesario desarrollar agendas de investigación e innovación responsables que respondan a las preocupaciones y las expectativas de los ciudadanos y la sociedad civil con el objetivo de reforzar la confianza en la institución científica.

Adicionalmente, en el documento se señala que para lograr la circulación y el aprovechamiento del conocimiento es necesario garantizar el libre acceso a las publicaciones y los datos de investigación que deriven de proyectos financiados con recursos públicos en el contexto del programa. Cabe señalar que, actualmente, la Comisión Europea (EU, 2021), así como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2021) mantienen este tipo de lineamientos en lo que concierne actividades científicas y tecnológicas.

La implementación de la IIR exige la consideración de distintos elementos. Ver Figura 5.2 Primero, la agenda legislativa, en relación con las actividades de investigación e innovación, debe estar orientada a discutir temas como la ética, la educación científica, la participación ciudadana, el acceso abierto, la gobernanza y la equidad de género. También, la IIR debe fomentar el involucramiento de actores clave como los tomadores de decisiones, la comunidad científica, las organizaciones de la sociedad civil, el sector empresarial y la comunidad educativa. Finalmente, la IIR debe ir acompañada por procesos cuyas dimensiones sean abiertas y transparentes, diversas e incluyentes, anticipativas y reflexivas, así como sensibles y adaptables al cambio.

Figura 5.2 Temas, actores y dimensiones de la IIR



Fuente de Consulta: (García et al., 2016)

En este sentido, la reinención de la integridad, la infraestructura y de los sistemas de incentivos para compartir y reutilizar datos en la ciencia contribuye a la puesta en marcha de los procesos que exige la IIR. Primeramente, distribuir datos favorece la apertura y la transparencia de las investigaciones. Quienes acceden a los datos pueden reutilizarlos para conocer qué técnicas de recolección se emplearon y de qué forma se procesaron para alcanzar ciertos hallazgos. También, los datos pueden ser útiles para alcanzar nuevos resultados pues es posible analizarlos desde una perspectiva distinta a la original. La apertura y la transparencia desincentivan a que los científicos y las instituciones se involucren en prácticas cuestionables de investigación pues están conscientes de que otros tienen la posibilidad de examinar cuidadosamente sus investigaciones. Adicionalmente, gente externa a la comunidad científica puede acceder a los datos con el fin de contar con más información que facilite la toma de decisiones. En fin, la apertura y la transparencia de la ciencia empodera a la sociedad.

El empoderamiento que ofrece la apertura de la ciencia, en el caso de los datos abiertos, permite que los procesos de las actividades de investigación e innovación sean inclusivos. Al respecto, compartir datos incrementa las probabilidades de que surjan colaboraciones. Más aún, en un modelo de Ciencia Abierta las colaboraciones que se desarrollan favorecen el diálogo de conocimientos entre distintas disciplinas. En consecuencia, las investigaciones resultantes pueden ser más robustas pues la diversidad de teorías, métodos y técnicas que cada disciplina aporta permiten abordar los datos y las problemáticas desde distintas perspectivas. Esto es relevante en un contexto en el que los problemas que enfrenta la humanidad exigen esfuerzos interdisciplinarios en la actividad científica. Por otra parte, la reinención en términos de infraestructura también es una oportunidad para que investigadores que, por distintas razones, no cuentan con recursos para desarrollar proyectos se sumen a esfuerzos nacionales, regionales o internacionales de investigación. Finalmente, actores externos a la ciencia podrían consultar los datos para su beneficio o bien proveer retroalimentación a la comunidad científica para que ésta oriente sus esfuerzos a las necesidades de la sociedad.

Transitar hacia una cultura de datos abiertos en la ciencia implica poner en marcha procesos anticipativos y reflexivos como demanda la RRI. Al respecto, la reinención que se propone de los sistemas de evaluación ofrece a los científicos mayor margen de maniobra y les permite liberarse de la presión que existe en la actualidad. Si la práctica de compartir y reutilizar datos deviene reconocida, ésta se ejecutará con mayor frecuencia. En consecuencia, los investigadores tendrán la oportunidad de apreciar el conjunto de beneficios que la libre distribución de datos posee. Adicionalmente, es conveniente anticiparse y reflexionar sobre la investigación y la innovación que se desea para las futuras generaciones. Compartir datos y ponerlos a disposición para cualquiera asegura que las próximas generaciones tendrán acceso a un insumo fundamental que forma parte del conocimiento que se ha generado durante años. También, los problemas del Antropoceno requerirán de esfuerzos inter y transdisciplinarios de investigación por lo que la apertura de datos anticipa dicha exigencia.

Compartir datos en la ciencia es un esfuerzo que contribuye al desarrollo de procesos sensibles y adaptables al cambio. Primero, se trata de una práctica que responde a la necesidad de contar con una actividad científica que sea transparente. Lo anterior como respuesta a la crisis de reproducibilidad y transparencia que ha erosionado la integridad de la institución científica en los últimos años. Además, la apertura de datos es sensible a las restricciones presupuestales que recientemente enfrenta la ciencia. En este sentido, compartirlos y reutilizarlos promueve un uso más eficiente de recursos pues se construye conocimiento a partir de elementos ya existentes. Por último, la distribución de datos forma parte de la nueva ciencia que exigen los grandes problemas de la humanidad como el cambio climático, la extinción de especies, la acidificación de océanos, entre otros. Estos requieren la intervención de las ciencias exactas, las ciencias sociales, así como de las humanidades. En consecuencia, brindar acceso a los datos favorece que cada área de conocimiento los explore desde su perspectiva o bien de maneja conjunta con el resto. Lo anterior permitirá atacar los problemas del Antropoceno en sus distintas facetas. En fin, la apertura de datos es una alternativa que funciona como respuesta a las circunstancias cambiantes de la actualidad.

Reflexiones finales

Transitar hacia una cultura de datos abiertos en la ciencia exige cambios importantes. Primero, es necesario reinventar las raíces que sustentan la institución científica. Para ello, conviene promover un quehacer científico en el que los investigadores estén dispuestos a compartir sus datos sin temor a ser juzgados. Es necesario normalizar que el escrutinio de las investigaciones y sus elementos es en beneficio del progreso del conocimiento. Asimismo, es indispensable rendir cuentas cuando la investigación es financiada con recursos públicos. En adición, no será posible establecer la apertura de datos como una práctica cotidiana si no se cuenta con la infraestructura adecuada para llevarla a cabo. Al respecto, las agencias gubernamentales, las instituciones de educación superior y los centros de investigación deben desarrollar plataformas en las que los investigadores puedan depositar sus datos. También, es indispensable contar con lineamientos que clarifiquen como compartir y reutilizar datos, así como capacitar a personal de apoyo que acompañen en el proceso. Por otra parte, reinventar el sistema de incentivos es fundamental para que los investigadores se interesen en distribuir y reutilizar datos. En el estado actual, no les resulta atractivo pues no se trata de una práctica que sea reconocida por los sistemas de evaluación del sistema científico.

La reinención de las raíces fortalecerá a la institución científica por lo que será probable transitar hacia una cultura de datos abiertos caracterizada por procesos de IIR. La IIR requiere de procesos que sean abiertos y transparentes, diversos e incluyentes, anticipativos y reflexivos, así como sensibles y adaptables al cambio. En el primer caso, compartir datos es una práctica que contribuye a transparentar las investigaciones lo que favorece su escrutinio, así como su verificación. Luego, dicha práctica también es incluyente pues permite el diálogo de conocimientos entre distintas disciplinas y posibilita que investigadores de otras partes se sumen a los esfuerzos de investigación. Más aún, compartir datos considera a actores fuera de la comunidad científica pues los datos están disponibles para cualquiera. Además, la apertura de datos se anticipa a la ciencia que se busca en el futuro, pues en iniciativas como en la Agenda 2030, se pretende que los datos generados en proyectos financiados con recursos públicos sean de acceso abierto. En relación con la sensibilidad y la adaptación al cambio, distribuir datos es una opción que responde a las circunstancias actuales entre las que destacan la crisis de reproducibilidad, las restricciones presupuestarias, así como los problemas del Antropoceno. En fin, la transición hacia una cultura de datos abiertos de investigación debe ser vista como proceso que se requiere en la ciencia pues tiene el potencial de contribuir a brindar soluciones ante las problemáticas que, hoy en día, aquejan a la comunidad científica y a la humanidad en su conjunto.

Referencias

- Abadal, E. (2021). Ciencia abierta: un modelo con piezas por encajar. *Arbor*, 197(799), a588. <https://doi.org/10.3989/arbor.2021.799003>
- Andreoli-Versbach, P., & Mueller-Langer, F. (2014). Open access to data: An ideal professed but not practised. *Research Policy*, 43(9), 1621–1633. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.04.008>

- Baker, M. (2016). 1,500 scientists lift the lid on reproducibility. *Nature*, 533(7604), 452–454. <https://doi.org/10.1038/533452a>
- Bhattacharjee, Y. (2013). The Mind of a Con Man. *The New York Times Magazine*.
- Bisol, G. D., Anagnostou, P., Capocasa, M., Bencivelli, S., Cerroni, A., Contreras, J., Enke, N., Fantini, B., Greco, P., Heeney, C., Luzi, D., Manghi, P., Mascalzoni, D., Molloy, J. C., Parenti, F., Wicherts, J. M., & Boulton, G. (2014). Perspectives on open science and scientific data sharing: An interdisciplinary workshop. *Journal of Anthropological Sciences*, 92(2014), 179–200. <https://doi.org/10.4436/JASS.92006>
- Chavan, V., & Penev, L. (2011). The data paper: a mechanism to incentivize data publishing in biodiversity science. *BMC bioinformatics*, 12(Suppl 15), S2. <https://doi.org/10.1186/1471-2105-12-S15-S2>
- Childs, S., McLeod, J., Lomas, E., & Cook, G. (2014). Opening research data: Issues and opportunities. *Records Management Journal*, 24(2), 142–162. <https://doi.org/10.1108/RMJ-01-2014-0005>
- Choudhury, S., Fishman, J. R., McGowan, M. L., & Juengst, E. T. (2014). Big data, open science and the brain: Lessons learned from genomics. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(MAY), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00239>
- CONACYT. (2021). *Informe General del Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. México 2019*.
- CONACYT. (2022). *Explora el Repositorio Nacional*. <https://www.repositorionacionalcti.mx/>
- Cox, A. M., & Pinfield, S. (2014). Research data management and libraries: Current activities and future priorities. *Journal of Librarianship and Information Science*, 46(4), 299–316. <https://doi.org/10.1177/0961000613492542>
- Cox, A. M., Pinfield, S., & Smith, J. (2016). Moving a brick building: UK libraries coping with research data management as a ‘wicked’ problem. *Journal of Librarianship and Information Science*, 48(1), 3–17. <https://doi.org/10.1177/0961000614533717>
- de Vries, J., Bull, S. J., Doumbo, O., Ibrahim, M., Mercereau-Puijalon, O., Kwiatkowski, D., & Parker, M. (2011). Ethical Issues in Human Genetics Research in Developing Countries. *BMC Medical Ethics*, 12(5). <https://doi.org/10.1186/1472-6939-12-5>
- Díaz, O., Riquelme, G., & Rivera, G. (2021). Sharing Research Data: An Analysis of the Interest of Social Scientists in the Context of a Mexican University. *Social Sciences*, 10(10), 390. <https://doi.org/10.3390/socsci10100390>
- EU. (2013). *REGULATION (EU) No 1291/2013 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 11 December 2013 establishing Horizon 2020 - the Framework Programme for Research and Innovation (2014-2020) and repealing Decision No 1982/2006/EC*.
- EU. (2021). *Open Science. Early knowledge and data sharing, and open collaboration*.
- Fecher, B., Friesike, S., & Hebing, M. (2015). What drives academic data sharing? *PloS one*, 10(2), e0118053. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118053>
- García-García, A., López-Borrull, A., & Peset, F. (2015). Data journals: Emergence of new journals specializing in data. *Profesional de la Informacion*, 24(6), 1699–2407. <https://doi.org/10.3145/epi.2015.nov.17>
- García, D., Zuazua, E., Perat, B., & López, I. (2016). *A practical guide to Responsible Research and Innovation. RRI Tools*.

- Harper, L. M., & Kim, Y. (2018). Attitudinal, normative, and resource factors affecting psychologists' intentions to adopt an open data badge: An empirical analysis. *International Journal of Information Management*, 41(2018), 23–32. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.03.001>
- Kim, S. Y., & Kim, Y. (2018). The Ethos of Science and Its Correlates: An Empirical Analysis of Scientists' Endorsement of Mertonian Norms. *Science, Technology and Society*, 23(1), 1–24. <https://doi.org/10.1177/0971721817744438>
- Kim, Y., & Zhang, P. (2015). Understanding data sharing behaviors of STEM researchers: The roles of attitudes, norms, and data repositories. *Library and Information Science Research*, 37(3), 189–200. <https://doi.org/10.1016/j.lisr.2015.04.006>
- Macfarlane, B., & Cheng, M. (2008). Communism, Universalism and Disinterestedness: Re-examining Contemporary Support among Academics for Merton's Scientific Norms. *Journal of Academic Ethics*, 6(1), 67–78. <https://doi.org/10.1007/s10805-008-9055-y>
- McKiernan, E. C., Bourne, P. E., Brown, C. T., Buck, S., Kenall, A., Lin, J., McDougall, D., Nosek, B. A., Ram, K., Soderberg, C. K., Spies, J. R., Thaney, K., Updegrove, A., Woo, K. H., & Yarkoni, T. (2016). How open science helps researchers succeed. *eLife*, 5(JULY), 1–19. <https://doi.org/10.7554/eLife.16800>
- Méndez, E. (2021). Open Science por defecto. La nueva normalidad para la investigación. *Arbor Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 197(799), a587. <https://doi.org/https://doi.org/10.3989/arbor.2021.799002>
- Merton, R. K. (1973). *The sociology of science: Theoretical and empirical investigations*. University of Chicago Press.
- Merton, R. K. (1984). *Ciencia, tecnología y sociedad en la Inglaterra del siglo XVII*. Alianza Editorial.
- Mitroff, I. I. (1974). Norms and Counter-Norms in a Select Group of the Apollo Moon Scientists: A Case Study of the Ambivalence of Scientists. *American Sociological Review*, 39(4), 579. <https://doi.org/10.2307/2094423>
- Mulkay, M. J. (1976). Norms and ideology in science. *Social Science Information*, 15(4–5), 637–656. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/053901847601500406>
- Nguyen, V. M., Brooks, J. L., Young, N., Lennox, R. J., Haddaway, N., Whoriskey, F. G., Harcourt, R., & Cooke, S. J. (2017). To share or not to share in the emerging era of big data: perspectives from fish telemetry researchers on data sharing. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 74(8), 1260–1274. <https://doi.org/https://doi.org/10.1139/cjfas-2016-0261>
- Peng, R. (2015). The reproducibility crisis in science: A statistical counterattack. *Significance*, 12(3), 30–32. <https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2015.00827.x>
- Poldrack, R. A., & Gorgolewski, K. J. (2014). Making big data open: Data sharing in neuroimaging. *Nature Neuroscience*, 17(11), 1510–1517. <https://doi.org/10.1038/nn.3818>
- Rushby, N. (2015). Editorial: Data papers. *British Journal of Educational Technology*, 46(5), 899–903. <https://doi.org/10.1111/bjet.12337>
- Sayogo, D. S., & Pardo, T. A. (2013). Exploring the determinants of scientific data sharing: Understanding the motivation to publish research data. *Government Information Quarterly*, 30(SUPPL. 1), S19–S31. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2012.06.011>
- Schöpfel, J., Farace, D., Prost, H., & Zane, A. (2019). Data papers as a new form of knowledge organization in the field of research data. *Knowledge Organization*, 46(8), 622–638. <https://doi.org/10.5771/0943-7444-2019-8-622>

UNESCO. (2021). *Draft recommendation on Open Science*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Vinck, D. (2014). *Ciencias y sociedad. Sociología del trabajo científico*. Editorial Gedisa.

Whyte, A., & Pryor, G. (2011). Open Science in Practice: Researcher Perspectives and Participation. *International Journal of Digital Curation*, 6(1), 199–213. <https://doi.org/10.2218/ijdc.v6i1.182>

Zuiderwijk, A., & Spiers, H. (2019). Sharing and re-using open data: A case study of motivations in astrophysics. *International Journal of Information Management*, 49(November 2018), 228–241. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.024>

Agradecimientos

RIVERA, Gibrán. PhD agradece el apoyo recibido por el Instituto Politécnico Nacional a través de la Secretaría de Investigación y Posgrado y del Programa de Estímulos al Desempeño de Investigadores (EDI). Asimismo, agradece el apoyo recibido por parte del CONACYT y del Sistema Nacional de Investigadores. El propio RIVERA. PhD y DÍAZ-FRAGOSO, Omar. MsC agradecen el financiamiento recibido por el IPN de los proyectos SIP 20200777 y SIP 20232479 y el financiamiento recibido por CONACYT para el proyecto A1-S-46300 “Ciencia abierta en México: Diagnóstico y estrategias para promover su cultura en las IES y Centros de Investigación del país”, de los cuales se deriva el presente libro de investigación.

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor

Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)

International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1er Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1er Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1er Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1er Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2do Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2do Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3er Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3er Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Citación: Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 1er Autor. Apellido, Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 1er Coautor. Apellido, Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 2do Coautor. Apellido, Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 3er Coautor. Apellido

Correo institucional [Times New Roman No.10]

Primera letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre Editores. Apellidos (eds.) Título del Book [Times New Roman No.10], Temas Selectos del área que corresponde ©ECORFAN- Filial, Año.

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Abstract

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo, en inglés.

Indicar (3-5) palabras clave en Times New Roman y Negritas No.12

Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?.

Enfocar claramente cada una de sus características.

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Capítulo.

Desarrollo de Secciones y Apartados del Capítulo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Capítulos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En *el contenido del Capítulo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

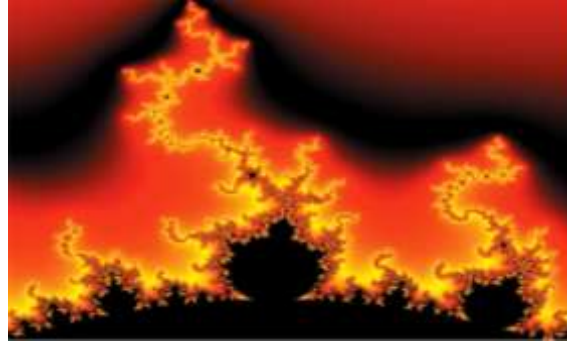
[Indicando el título en la parte Superior con Times New Roman No.12 y Negrita, señalando la fuente en la parte Inferior centrada con Times New Roman No. 10]

Tabla 1.1 Título

Variable	Descripción	Valor
P ₁	Partición 1	481.00
P ₂	Partición 2	487.00
P ₃	Partición 3	484.00
P ₄	Partición 4	483.50
P ₅	Partición 5	484.00
P ₆	Partición 6	490.79
P ₇	Partición 7	491.61

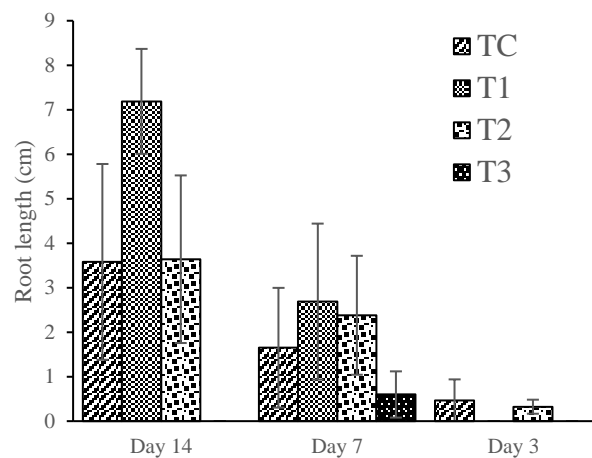
Fuente de Consulta:
(No deberán ser imágenes, todo debe ser editable)

Figura 1.1 Título



Fuente de Consulta:
(No deberán ser imágenes, todo debe ser editable)

Gráfico 1.1 Título



Fuente de Consulta:
(No deberán ser imágenes, todo debe ser editable)

Cada Capítulo deberá presentar de manera separada en 3 Carpetas: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$\int_{lim^{-1}}^{lim^1} = \int \frac{lim^1}{lim^{-1}} = \left[\frac{1(-1)}{lim} \right]^2 = \frac{(0)^2}{lim} = \sqrt{lim} = 0 = 0 \rightarrow \infty \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados.

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Capítulo.

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Capítulo.

Ficha Técnica

Cada Capítulo deberá presentar en un documento Word (.docx):

Nombre del Book

Título del Capítulo

Abstract

Keywords

Secciones del Capítulo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores.

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores.

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Conflicto de Intereses del Autor y Coautores.

Reserva a la Política Editorial

ECORFAN Books se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar la Obra Científica a la Política Editorial del ECORFAN Books. Una vez aceptada la Obra Científica en su versión final, el ECORFAN Books enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación de la Obra Científica.

Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Declaración de Originalidad y carácter inédito de la Obra Científica, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución.

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de la Obra Científica que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes de la Obra Científica deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia de la Obra Científica propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título de la Obra Científica:

- El envío de una Obra Científica a ECORFAN Books emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Obra Científica, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en esta Obra Científica ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en la Obra Científica, así como las teorías y los datos procedentes de otras Obras Científicas previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Obra Científica se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding México considere pertinentes para divulgación y difusión de su Obra Científica cediendo sus Derechos de Obra Científica.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de esta Obra Científica se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en la Obra Científica.

Copyright y Acceso

La publicación de esta Obra Científica supone la cesión del copyright a ECORFAN-Mexico, S.C en su Holding México para su ECORFAN Books, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada de la Obra Científica y la puesta a disposición de la Obra Científica en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título de la Obra Científica:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre la Obra Científica enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio a la Obra Científica el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de la Obra Científica. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con la Obra Científica que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter la Obra Científica a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Obras Científicas son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Obra Científica definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza de la Obra Científica presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE (Alemania)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citaciones-Google)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

Servicios Editoriales

Identificación de Citación e Índice H

Administración del Formato de Originalidad y Autorización

Testeo de Books con PLAGSCAN

Evaluación de Obra Científica

Emisión de Certificado de Arbitraje

Edición de Obra Científica

Maquetación Web

Indización y Repositorio

Publicación de Obra Científica

Certificado de Obra Científica

Facturación por Servicio de Edición

Política Editorial y Administración

143 - 50 Itzopan, Ecatepec de Morelos – México. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: contact@ecorfan.org www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editor en Jefe

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistentes Editoriales

SORIANO-VELASCO, Jesus. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN®- Mexico- Bolivia- Spain- Ecuador- Cameroon- Colombia- El Salvador- Guatemala- Nicaragua- Peru- Paraguay- Democratic Republic of The Congo- Taiwan), sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

Oficinas de Gestión

143 - 50 Itzopan, Ecatepec de Morelos – México.

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre – Bolivia.

38 Matacerquillas, CP-28411. Morazarzal –Madrid-España.

18 Marcial Romero, CP-241550. Avenida, Salinas I - Santa Elena-Ecuador.

1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú.

Boulevard de la Liberté, Immeuble Kassap, CP-5963.Akwa- Douala-Camerún.

Avenida Suroeste, San Sebastian - León-Nicaragua.

31Kinshasa 6593- Republique Démocratique du Congo.

Avenida San Quentin, R 1-17 Miralvalle - San Salvador-El Salvador.

16 kilómetros, carretera estadounidense, casa Terra Alta, D7 Mixco Zona 1-Guatemala.

105 Alberdi Rivarola Capitán, CP-2060. Luque City- Paraguay.

69 Calle Distrito YongHe, Zhongxin. Taipei-Taiwán.

43 Calle # 30 -90 B. El Triunfo CP.50001. Bogotá-Colom

