



Los desafíos que enfrentan las prácticas de ciencia abierta

Mariano Fressoli¹, Valeria Arza²

Recibido: 14 de junio de 2018 / Revisado: 22 de agosto de 2018 / Aceptado: 24 de agosto de 2018 [Open peer reviews](#)

Resumen. En los últimos años, la ciencia abierta ha capturado gran interés por parte de científicos, hacedores de políticas y agencias de desarrollo internacional, en gran parte debido a los beneficios prometidos por las nuevas prácticas. Sin embargo, a medida que las ideas de ciencia abierta se transforman en iniciativas concretas, comienzan a enfrentar desafíos que pueden retrasar y/o impedir su implementación. Entre ellos se incluyen: la ausencia de conocimiento y/o capacidades para realizar nuevas prácticas, barreras normativas o institucionales que impiden avanzar en la apertura, y falta de infraestructura que puede desalentar su adopción. Este trabajo sistematiza los desafíos que surgen en las prácticas de ciencia abierta con el fin de informar el desarrollo de futuras políticas de ciencia y tecnología que faciliten su avance en la región.

Palabras clave: acceso abierto; código abierto; colaboración; políticas científicas.

[en] The challenges of open science policies

Abstract. Over the last few years, open science has captured the interest of scientists, policy makers and international development agencies, in large part because of the benefits promised by the new practices. Nevertheless, as the ideas of open science are transformed into concrete initiatives, those initiatives begin to encounter challenges that can delay and/or impede their implementation. Amongst them we find: the absence of knowledge and/or the skills to perform new practices, normative or institutional barriers that block the progress of opening up knowledge production, and the lack of infrastructure which can discourage adoption of new practices. This work systematizes the challenges that open science practices face so as to inform the future development of science and technology policies that can facilitate the advance of those practices in the region.

Keywords: collaboration; open access; open source; science policy.

Sumario. 1. Introducción. 2. Desafíos de la apertura. 3. Discusión. 4. Conclusiones. 5. Referencias.

Cómo citar: Fressoli, M.; Arza, V. (2018). Los desafíos que enfrentan las prácticas de ciencia abierta, en *Teknokultura* 15(2), 429-448.

¹ Centro de investigaciones para la transformación (CENIT–EEyN – UNSAM) / CONICET (Argentina)
e-mail: mfressoli@fund-cenit.org.ar

² Centro de investigaciones para la transformación (CENIT–EEyN – UNSAM) / CONICET (Argentina)
e-mail: varza@fund-cenit.org.ar

1. Introducción

La ciencia abierta, entendida como producción colaborativa de bienes públicos en algunas de las etapas del proceso de producción científica, está cambiando rápidamente el acceso, el uso y la producción de conocimiento científico. Las tecnologías de la información y comunicación (TICs) ampliaron enormemente la posibilidad de compartir. Hoy se pueden encontrar online bases de datos de proyectos científicos, notas de laboratorio, plataformas que invitan a la participación de ciudadanos en ciencia.

El acceso a estos recursos y la posibilidad de trabajar colaborativamente promete una transformación de la producción de conocimiento científico en tres direcciones: i) se mejora el rendimiento económico de la inversión en investigación científica, ya que se acelera la obtención de resultados y se mejora su calidad (Bartling y Friesike, 2014); ii) se amplía el número y la diversidad de actores que acceden al conocimiento científico (Nielsen, 2012; Wiggins y Crowston, 2011); iii) se alinean mejor las necesidades sociales con la producción de conocimiento científico (Masum y Harris, 2011).

El potencial transformador de la ciencia abierta ha motivado el interés de instituciones científicas, agencias de patrocinio y *policy makers* a nivel mundial. Organismos como la Royal Society (Boulton et al., 2012), OCDE (OECD, 2015), el Banco Mundial (Rossel, 2016), y la Unión Europea (European Commission, 2016) han manifestado apoyo a las prácticas de ciencia abierta.

América Latina se destaca a nivel internacional por el avance de sus políticas de acceso abierto, con legislaciones nacionales sobre el tema en Argentina y Perú y políticas públicas y académicas en otros países como México, Colombia y Brasil (véase Open Policy Network, 2016). Como resultado, el acceso abierto es una práctica conocida y relativamente utilizada entre científicos. Sin embargo, otras prácticas, como la ciencia ciudadana, la evaluación abierta de pares o el hardware libre para la ciencia, constituyen todavía un nicho para unos pocos iniciados y son prácticamente desconocidas para el resto de los científicos.

El considerable entusiasmo institucional abre interesantes oportunidades para orientar recursos que permitan alcanzar los beneficios potenciales de la ciencia abierta. Sin embargo, persisten preguntas sobre cómo superar los desafíos que implican comprometerse con la apertura. Este trabajo contribuye a reconocer dichos desafíos y a proponer ideas para facilitar su resolución.

La sección 2 recorre las diferentes etapas del proceso de investigación y presenta las distintas prácticas de ciencia abierta que podrían implementarse junto con sus principales desafíos. Para ello nos valemos de la literatura incipiente sobre ciencia abierta, la experiencia internacional y las percepciones recogidas durante 7 estudios de casos que realizamos en Argentina (véase: Arza, Fressoli y López, 2016), sobre la extensión de las prácticas de ciencia abierta en Argentina, Fressoli y Arza (2016) sobre formas de negociar la apertura, Arza, Fressoli y Sebastian (2017) sobre implicancias de la apertura y colaboración para las políticas públicas, y Arza y Fressoli (2018) una sistematización de los beneficios de la ciencia abierta). La sección 3 sistematiza los desafíos identificados en términos de capacidades, herramientas institucionales y políticas, y presenta algunas reflexiones sobre los caminos a seguir para superarlos. Las sugerencias de políticas o actividades para superar los desafíos que se presentan en esta sección son el resultado de actividades que acompañaron la investigación sobre proyectos de ciencia abierta, incluyendo la organización de una serie de talle-

res y encuentros en los cuales participaron científicos, actores de la sociedad civil y hacedores de políticas del ámbito de la ciencia, la tecnología y la innovación. Las conclusiones sintetizan el argumento y convocan a que el diseño de política actúe y pronto en favor de la apertura en ciencia.

2. Desafíos de la apertura

Para analizar los diferentes desafíos de la ciencia abierta seguimos el modelo de etapas de investigación elaborado por RIN/NESTA (2010). Para cada etapa, que aparece en la primera columna de la Tabla 1, identificamos prácticas de apertura, sus desafíos y su forma de manifestarse.

Tabla 1. Prácticas de ciencia abierta, sus desafíos y forma de manifestarse, por etapa del proceso de investigación. Fuente: elaboración propia

Etapas	Prácticas	Desafíos	Forma de manifestarse
Formación de redes y colaboración	Desarrollo de proyectos colaborativos Ciencia 2.0 Investigación-acción	Trabajo interdisciplinario Financiación y evaluación de proyectos	“colaborar puede ser tedioso y lleva tiempo que no se retribuye”
Recolección de datos	Ciencia ciudadana	Alcanzar masa crítica Validación de datos recogidos por no expertos	“democratizar la participación sin perder calidad”
Análisis de datos	Datos abiertos Ciencia 2.0.	Riesgo de <i>scooping</i> Riesgos éticos	“compartir sin perder el control”
Infraestructura	Repositorios abiertos Infraestructura física para la colaboración – espacios abiertos Instrumental (hardware + software) abierto	Interoperabilidad de repositorios Resistencia política de otras dependencias universitarias Falta de capacidades para desarrollar infraestructura Falta de incentivo para el uso de la infraestructura abierta	“desafíos técnicos difíciles de superar en contexto de resistencias políticas”
Documentación y descripción	Pre-registro de datos Cuadernos abiertos Metadatos	Falta de capacidades Falta de personal de apoyo Falta de incentivos Riesgo de <i>scooping</i>	“documentar demanda: tiempo, que no se retribuye, capacitación específica, que no se imparte, y personal de apoyo, que no existe; además, nadie lo exige”

Etapas	Prácticas	Desafíos	Forma de manifestarse
Publicación y reporte	Acceso abierto a publicaciones <i>Pre-prints</i> Datos abiertos Licencias abiertas	Desconocimiento de nuevas prácticas Falta de incentivos Validación de calidad Resistencia política de otras dependencias universitarias Acuerdos pre-existentes de exclusividad con editoriales Falta de estándares sobre cómo compartir Riesgo de scooping Riesgos éticos	“tan abierto como sea posible, tan cerrado como sea necesario”
Evaluación	Evaluación abierta de pares Indicadores de impacto alternativos	Sesgos en la evaluación Desafíos técnicos de implementación Falta de incentivos para evaluar <i>Gamification</i> Sobrecarga para los investigadores	“ser imparcial sin ofender” “citas extra académicas: un casillero más que completar”
Comunicación	Nuevas herramientas y formatos digitales Recursos educativos abiertos	Falta de capacidades de comunicación Falta de incentivos para comprometerse personalmente con la comunicación	“mantener el rigor científico y atraer el interés general”

2.1. Redes y colaboración

La idea de colaboración científica ha cambiado ampliamente durante el último siglo. Del trabajo en conjunto con algunos pocos colegas, los proyectos de investigación se han ido incrementando hasta conformar redes de investigación que incluyen decenas y cientos de científicos. Las motivaciones para la colaboración pueden ser tanto cognitivas como materiales o afectivas (Melin, 2000). Esto incluye la asistencia mutua para acceder a conocimiento de otras disciplinas, como también compartir conjuntamente los costos de instrumental para afrontar sus costos y cumplir con requerimientos de quienes financian la investigación (Sonnenwald, 2007).

La ciencia abierta introduce nuevas herramientas y espacios de colaboración a partir del uso de publicaciones abiertas, datos compartidos y plataformas para compartir ideas y recursos online. Por ejemplo, la iniciativa *Polymath* demuestra que la colaboración voluntaria online de decenas de matemáticos permite resolver problemas complejos en tiempo record (Franzoni y Sauermaun, 2014). El acceso abierto a datos habilita el uso de un mismo set de datos para testear hipótesis diferentes que pueden derivarse de distintos campos disciplinarios. Sin embargo, a pesar del interés

general en fomentar la colaboración entre diferentes grupos de trabajo y disciplinas, persisten los desafíos.

Uno de los mayores desafíos es el desarrollo de las capacidades y compromisos sociales necesarios para establecer los procesos de colaboración (David, 2009). Algunos problemas visibles en los casos analizados de ciencia abierta en Argentina (véase Fressoli y Arza, 2017) se relacionan con:

- a) Existen pocos incentivos que favorezcan la creación de prácticas de colaboración a partir de, por ejemplo, compartir datos, ideas-proyectos o fortalecer rutinas de resolución conjunta de problemas. Además, persisten sesgos del sistema de evaluación que promueve la carrera individual.
- b) Los mecanismos de financiamiento no reconocen en general el tiempo necesario para construir un lenguaje común entre grupos interdisciplinarios. Algo similar sucede con las publicaciones: los proyectos de colaboración más osados suelen tener dificultades a la hora de publicar sus resultados.
- c) Las reglas y el espacio para la negociación entre los participantes exceden muchas veces el tiempo y las capacidades que tienen los investigadores. Por ejemplo, se requiere capacidades específicas para generar metadatos necesarios para compartir datos; se requiere además conocimiento sobre licencias para decidir qué uso darle a los datos, etc.

A estos desafíos, se agregan otros asociados al lenguaje y la experiencia cuando se busca colaborar con actores por fuera del ámbito científico. Si estas instancias son engorrosas, los investigadores sentirán que la colaboración retrasa sus carreras (Felt et al., 2013).

2.2. Recolección

La adopción de tecnologías digitales ha facilitado en gran medida algunas tareas de recolección y análisis de datos. El aumento del poder computacional junto con la automatización y la digitalización de algunos procesos de recolección han generado en algunas áreas (como por ejemplo, en astronomía) una superabundancia de datos. Por otro lado, las nuevas tecnologías han logrado revitalizar la larga historia de la ciencia ciudadana al permitir que miles de personas puedan colaborar de forma online desde cualquier lugar del mundo. Algunos de los proyectos más célebres de ciencia abierta como Galazy Zoo³ o eBird⁴, cuentan con cientos de miles de colaboradores, lo que les permite generar millones de datos.

Estas prácticas presentan desafíos relacionados con la motivación de los participantes, su coordinación y la validación de los datos recogidos.

Para enrollar una gran cantidad de colaboradores, los proyectos dependen de la construcción de preguntas de interés para un público diverso, y del diseño de herramientas sencillas que permitan recoger datos estandarizados y fomenten la participación de personas de diferentes orígenes y capacidades. Sin embargo, no todos los

³ Es un conocido caso de ciencia ciudadana que aprovecha el interés del público para clasificar imágenes astronómicas, véase: <https://www.zooniverse.org/>

⁴ eBird es un proyecto de ciencia ciudadana que recibe observaciones de aves de cualquier persona en cualquier lugar del mundo a través de su sitio web. Véase: <https://ebird.org/home>

problemas pueden reducirse a preguntas sencillas y atractivas para invitar a la colaboración voluntaria. Y aquellos proyectos que no logran generar una masa crítica de colaboradores pueden quedar estancados o no lograr responder todas las cuestiones que se proponen.

En general, el desarrollo de una estrategia de participación ciudadana atractiva requiere capacidades de gestión de redes sociales, diseño gráfico, intuición artística y elementos de ludificación.

La mayoría de los proyectos de ciencia abierta dependen en buena parte de la estandarización de los protocolos de recolección y carga de datos. Esto permite que cualquier ciudadano con conocimientos mínimos de la temática del proyecto, preste un breve tiempo de su atención para realizar una tarea mínima. Por ejemplo, el *Great Sunflower Project*⁵ solicita a todos los colaboradores que observen abejas y otros insectos polinizadores en una flor dos veces al mes por 5 minutos. La estandarización también permite, en teoría, evaluar con rapidez la calidad de los datos y desechar aquellos que no cumplen con los parámetros establecidos. Sin embargo, aún con protocolos estandarizados, es posible equivocarse o sufrir la acción de participantes que se involucran con objetivos ajenos al proyecto y que pueden perturbar su correcto funcionamiento.

Para evitar estos inconvenientes, los proyectos de ciencia ciudadana necesitan construir cierta infraestructura de evaluación de los datos recogidos, ya sea por supervisión humana, por medios automáticos como algoritmos o generando redundancia de datos. Por ejemplo, en el caso de *eBird*, los datos subidos por los usuarios son a su vez chequeados por una serie de mecanismos semi-automáticos. En el caso de presentarse datos inusuales, los mismos serán supervisados por un experto. En Argentina, además de 4 personas que trabajan para Aves Argentinas, participan unos 20 expertos amateurs que colaboran con la verificación de los datos.

2.3. Compartir el análisis de los datos

Compartir datos para que otros actores puedan analizarlos es una práctica asociada a una variedad de beneficios potenciales (i.e. eficiencia, democratización, etc.). Sin embargo, no está exenta de desafíos: los dos más importantes se relacionan con desarrollar la capacidad analítica para explotar la abundancia de datos y con generar reglas que eviten la captura malintencionada de datos y desmotiven el deseo de compartir.

En algunas disciplinas, como la astronomía, todavía no se dispone de un software adecuado para analizar las imágenes, por lo cual la colaboración ciudadana resulta útil para abordar las etapas de análisis, ya que los astrónomos profesionales por sí mismos no disponen del tiempo suficiente como para completar la tarea. El desafío de estos proyectos es convocar y mantener interesados a una gran cantidad de usuarios.

Al invitar a personas ajenas al proyecto a analizar los datos, se genera el riesgo de que los mismos sean utilizados en detrimento de los intereses de los investigadores que los generan. Quienes comparten corren el riesgo de que otros investigadores se adelanten y/o publiquen artículos utilizando los datos compartidos sin haber invertido en el trabajo de recolección. Esta práctica se denomina *scooping* (Sheliga y Friesike, 2014). Sin embargo, este es un desafío estrictamente ligado a los esquemas

⁵ Es un proyecto de ciencia ciudadana orientado a mapear la existencia de polinizadores y su impacto en el ambiente. Véase <https://www.greatsunflower.org/>

de incentivos que valoran prioridad (Schwarzkopf, 2016). Existen herramientas, que permiten pre-registrar los datos de manera que quienes lo utilizan deban citarlos correctamente⁶. Los esquemas regulatorios que valoran prioridad, deberían contemplar y valorar tal registro como resultado de investigación.

Un riesgo menos discutido es que el análisis de los datos se utilice para realizar afirmaciones que van en la dirección contraria al proyecto de origen. Esto sucede especialmente cuando se persiguen objetivos de investigación en arenas de disputa y cuando, por tanto, los resultados que arrojen estas investigaciones podrían afectar seriamente los intereses de algunos actores. Este es el caso de un grupo de investigación que estudiaba cambio climático en la Universidad de East Anglia y que fueron acusados de esconder información que abonaba teorías opuestas sobre calentamiento global. Los científicos de East Anglia argumentaron que ellos tenían la obligación de cuidar la información que generaban, lo cual implicaba i) decidir cuándo era el momento adecuado para presentar los datos que recogían; ii) identificar la mejor manera de curar los datos antes de analizarlos; y iii) sugerir interpretaciones que el equipo de científicos consideraran más apropiadas (McAllister, 2012).

Este caso muestra que, cuando los objetivos de estudio son políticamente controvertidos, es razonable pensar que pueda existir un riesgo de tergiversación de la información una vez abierta. Resulta más difícil en tal situación proponer soluciones estandarizadas para promover apertura.

2.4. Desarrollo de infraestructura para la ciencia abierta

Las prácticas de ciencia abierta dependen en gran medida de la creación de infraestructura para la colaboración, que incluye herramientas digitales (como plataformas web para colaboración o repositorios de datos y publicaciones), elementos físicos (como espacios de colaboración) y reglas (como estándares de calidad y sistemas de evaluación).

Afortunadamente, la comunidad de acceso abierto ha sido un actor bastante activo en el desarrollo de infraestructura y declaraciones de principios.

En América Latina, este movimiento fue capaz de movilizar recursos y construir redes de colaboración que permitieron afianzar las prácticas de acceso abierto. A diferencia de Europa y EE.UU., donde una buena parte de los servicios de infraestructura para acceso abierto corresponden a iniciativas privadas, en América Latina muchas de los servicios regionales (como SciELO⁷, Redalyc⁸, LA Referencia⁹) y nacionales se apoyan en instituciones y financiamiento públicos.

En Argentina, la aprobación de la Ley Nacional de Creación de Repositorios Digitales Institucionales de Acceso Abierto, vigente desde el 2013, establece que las instituciones académicas deben crear repositorios institucionales y que es obligatorio para los científicos archivar allí su producción.

⁶ Por ejemplo el registro que ofrece Open Science Center. Véase <https://cos.io/prereg/>

⁷ SciELO (Scientific Electronic Library Online) Conformar una red iberoamericana de colecciones de revistas científicas con acceso abierto, libre y gratuito, con el objetivo de promover la ciencia de los países en desarrollo.

⁸ Redalyc (Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal) es un repositorio online de revistas y datos científicos especializado en ciencias sociales.

⁹ LA Referencia (Red Federada de Repositorios Institucionales de Publicaciones Científicas) tiene como objetivo de promover una estrategia regional en América Latina para el acceso abierto.

Sin embargo, no todas las bibliotecas universitarias avanzaron en este sentido, en parte porque requieren recursos y capacidades específicas, pero muchas veces también porque enfrentan resistencia de otras dependencias universitarias, como por ejemplo las unidades de vinculación tecnológica, que prefieren poder monitorear el uso del conocimiento generado en lugar de abrirlo.

De todas maneras, incluso en las universidades donde sí existen repositorios, éstos no siempre son utilizados por los investigadores debido a temores por posibles sanciones de editoriales; o por simple desconocimiento de cómo hacerlo; o porque existen pocos incentivos para encarar los costos de aprendizaje y de tiempo de uso.

2.4.1. Software y hardware libre

El compromiso con la apertura empuja a los científicos a adoptar también herramientas abiertas que se puedan adaptar mejor a las necesidades del proyecto o que permitan bajar costos. Iniciativas como el Nuevo Observatorio Virtual Argentino, una plataforma para compartir datos astronómicos a nivel nacional, utiliza software libre que fue desarrollado originalmente por la Asociación Alemana de Astronomía¹⁰. La transferencia del software no implicó ningún costo excepto el de capacitación, y el software está disponible para realizar modificaciones.

De manera similar, el proyecto PAMPA2, que monitorea lagunas en la región pampeana para detectar cambios ambientales que podrían afectar el ecosistema, utiliza boyas equipadas con sensores automáticos que transmiten en tiempo real información relevante. Si bien originalmente las boyas utilizaban tecnología privativa, al momento de nuestro relevamiento se estaba trabajando en un nuevo diseño usando hardware abierto, que permitía encarar proyectos de monitoreo más ambiciosos apoyándose en las contribuciones que podían hacer otros actores.

La colaboración de más actores en el desarrollo de herramientas genera mejoras en las mismas y promueve dinámicas de aprendizajes entre los usuarios (incluyendo estudiantes y entusiastas de la ciencia ciudadana)¹¹. Sin embargo, existen pocos esquemas de incentivos y líneas de financiamiento específicos para fomentar y financiar el desarrollo de estos instrumentos. Tampoco se prevé financiamiento o capacitación específica para las tareas de documentación que exige el desarrollo de software y hardware abierto. Por lo tanto, su desarrollo depende, por ahora, en gran medida del entusiasmo y compromiso de los investigadores.

2.5. Documentación y descripción

La documentación y el registro abierto de los datos son fundamentales para asegurar la reproducibilidad del conocimiento científico (Goodman, Fanelli y Ioannidis, 2016). Sin embargo, en la mayoría de las publicaciones científicas, estos datos se encuentran ausentes debido a la falta de tradición disciplinar y a las reglas poco claras sobre cómo realizar este registro o debido al interés comercial para el uso de los datos (Toelch y Ostwald, 2018). La reciente crisis de reproducibilidad en algunas

¹⁰ Se trata del software libre DaCHS, bajo licencia GPL.

¹¹ Por ejemplo, las iniciativas Open Labware, Open Neuroscience y Baden Lab promueven la colaboración en la construcción de equipos científicos abiertos y de bajo costo para países en desarrollo con fines educativos y de investigación.

disciplinas (Baker y Penny, 2016), la construcción de nuevas herramientas abiertas de registro y los crecientes requerimientos de transparencia y apertura en organismos públicos han producido un cambio de tendencia hacia nuevas prácticas como el pre-registro de los datos, mayor cuidado en la construcción de metadatos y la elaboración de notas de laboratorio.

El pre-registro de datos permite describir las hipótesis con sus predicciones, metodología y plan de análisis con anterioridad a la realización de la investigación. El pre-registro de datos no sólo mejora la transparencia del proceso de investigación (Nosek et al., 2018) sino que puede ayudar a prevenir el uso indebido de los datos en forma de p-Hacking¹² o HARK-ing¹³ (Toelch y Ostwald, 2018). Sin embargo, más allá del pre-registro para tests clínicos y otras pocas disciplinas, todavía no existen suficientes incentivos o infraestructura para favorecer esta práctica.

Los metadatos son la información que describe un recurso de información compartido de manera estructurada, definiendo cada uno de los campos involucrados y explicando los aspectos asociados a su recolección y/o construcción. Esto facilita la localización, el procesamiento, administración y comprensión de la información compartida (NISO, 2004).

La cantidad de información incluida en los metadatos y, sobre todo, la calidad de su construcción, valoriza la información que se comparte. Sin embargo, generar metadatos de calidad no es una tarea sencilla, y requiere de conocimientos técnicos que generalmente exceden lo que pueden disponer los actores que desean compartir sus datos. Existen tres desafíos principales en la construcción de metadatos: i) cómo identificar la información relevante y cómo estructurarla, ii) cómo promover que el recurso compartido pueda ser identificado por múltiples sistemas (cómo hacerlo interoperable), iii) cómo garantizar que el recurso compartido sobreviva al paso del tiempo, principalmente que los metadatos sigan siendo recogidos, identificados y comprendidos cuando la tecnología informática en la que se apoyan cambia.

Por último, los cuadernos abiertos permiten crear notas de laboratorio en conjunto con datos crudos a medida que se realiza el trabajo de investigación. Esta práctica aumenta la transparencia, permite que otros científicos sigan paso a paso los avances en nuevos experimentos, acelera el proceso de innovación, y también favorece su reproducibilidad. Iniciativas como Open Source Malaria¹⁴ y Extreme Open Science en el Structural Genomic Consortium¹⁵ han comenzado a llevar cuadernos abiertos de laboratorio.

Los cuadernos de laboratorio también presentan desafíos. Para realizarlos se requiere un cuidado puntilloso del proceso de documentación, lo que puede aumentar la carga de trabajo. Los investigadores que emprenden estas tareas también enfrentan riesgos de *scooping* y posibles dificultades para publicar y para patentar (Sanderson, 2008).

2.6. Publicación y reporte

El sistema de publicaciones está en pleno proceso de transformación. El desarrollo de nuevas herramientas digitales que facilitan y abaratan la tarea editorial y los altos costos para acceder a las publicaciones comerciales han impulsado una ola de

¹² El proceso de utilizar técnicas de data mining para encontrar variaciones estadísticamente significativas en los datos, pero que no necesariamente tienen un sustento teórico por detrás.

¹³ Realizar hipótesis después de publicados los resultados.

¹⁴ <http://opensourcemalaria.org/>

¹⁵ <https://opennotebook.thesgc.org/>

innovaciones para abrir el acceso. A continuación mencionamos algunos de ellos: publicaciones en acceso abierto, *pre-prints*, datos abiertos de investigación y uso de licencias abiertas.

Las publicaciones de acceso abierto son una de las áreas en las cuales la ciencia abierta se encuentra más avanzada, aunque todavía persisten algunos obstáculos (Björk, 2013). En la actualidad, en el Directorio de Revistas en Acceso Abierto (DOAJ) se encuentran listados 11.267 revistas pertenecientes a 123 países que contienen casi 3 millones de artículos. Un artículo reciente calcula que, de acuerdo a diferentes estudios, entre el 28% y el 45% de la literatura científica se encuentra en acceso abierto, y que este porcentaje está creciendo. Los artículos en acceso abierto también reciben 18% más de citas (Piwowar et al., 2018) y mayor atención en los medios (McKiernan et al., 2016). Organismos y programas de financiamiento científico como la National Science Foundation en EE.UU. y el Programa Horizonte 2020 de la European Commission promueven políticas para compartir publicaciones en acceso abierto. Al mismo tiempo, el incremento en el uso de Sci-Hub (un sitio que permite descargar copias no autorizadas de artículos científicos) contribuye a la discusión de las deficiencias del sistema editorial pago.

Sin embargo, el sistema editorial cerrado continúa siendo un actor central. Cinco editoriales académicas (Reed-Elsevier, Wiley-Blackwell, Springer, Taylor & Francis y Sage) controlaban, en 2013, más de la mitad de las publicaciones (Larivière, Haustein y Mongeon, 2015). A estas editoriales pertenecen las revistas científicas de mayor prestigio y los esquemas de evaluación siguen apoyándose también en indicadores que ellas ofrecen. Por eso, los investigadores todavía encuentran interés en publicar en revistas de acceso cerrado y las organizaciones académicas deben comprar el acceso a revistas cerradas para no aislar a sus investigadores.

La publicación de borradores de artículos o artículos sin evaluación previa (denominados *pre-prints*) constituye otra novedad reciente. El objetivo de estas publicaciones es evitar el largo proceso de revisión y dar a conocer la investigación en menor tiempo, abriendo el artículo a comentarios y críticas antes de la evaluación formal.

El uso de *pre-prints* se encuentra bien establecido en disciplinas como astronomía y matemáticas (a través de sitios como ArXiv), mientras que para otras disciplinas como ciencias sociales (SOC ArXiv), ingeniería (engrXiv) y biología (bioArXiv y ASAPbio) recién está comenzando. En América Latina, SciELO está preparando un servidor de *pre-prints* que promoverá su uso en la región (Packer, Santos y Meneghini, 2017). De hecho, es una práctica cada vez más común citar *pre-prints* (Tennant et al., 2017).

A pesar de su creciente adopción, todavía existe cierto prejuicio sobre los *pre-prints* como conocimiento no establecido o evaluado, y algunas revistas desalientan su citación o incluso rechazan la evaluación de artículos que han sido previamente publicados en formato digital.

La publicación de datos abiertos es otra área en la cual las prácticas de ciencia abierta cuentan con bastante apoyo institucional. Por ejemplo, en Argentina, la ley obliga a los científicos a depositar los datos correspondientes a sus publicaciones luego de un plazo de cinco años. La red SciELO también está empezando a implementar acciones para fomentar la publicación de datos y código abierto asociados a las publicaciones (Packer et al., 2018).

A diferencia de las publicaciones, los datos tienen diferentes formatos que varía a lo largo de las distintas disciplinas. Como sugiere McKiernan (2017, p. 14), sin

directivas y estándares claros, inclusive los investigadores más experimentados pueden sufrir problemas para autoarchivar sus datos.

El cuidado que requieren datos personales, de comunidades en riesgo, datos que afecten la seguridad nacional, etc. constituye otro desafío latente. Establecer un balance entre apertura y privacidad personal puede resultar difícil. Por ejemplo, el Acuerdo de gestión de datos que promueven varias instituciones británicas bajo el paraguas del RCUK, establece que los datos deben ser “tan abiertos como sea posible, tan cerrados como sea necesario” (Hamilton, Kernohan y Jacobs, 2017).

Otro desafío es la posibilidad de que instituciones con más recursos realicen minería de datos para producir desarrollos científicos y/o industriales que puedan ir en detrimento de los intereses de los países o actores que aportaron los datos. En algunos casos, como en Argentina, la legislación sobre datos científicos abiertos excluye de la obligación de publicar datos a aquellas investigaciones que resultan de interés comercial. Pero no siempre es posible prever el uso comercial de los datos o el conocimiento publicado.

Muchos de los proyectos de ciencia abierta se apoyan en licencias *Creative Commons* (CC), que ayudan a los creadores a mantener sus derechos de autor mientras permiten que otros copien, distribuyan y hagan algunos usos de su trabajo.

Las licencias CC se utilizan ampliamente en áreas como publicaciones de acceso abierto y software libre. Pero en general esta práctica resulta extraña para científicos y sus instituciones. De hecho, la mayoría de las universidades e institutos científicos promueven cada vez más el uso de patentes para proteger sus resultados, yendo a contramano de las licencias abiertas. Es decir que, en este ámbito, no están desarrolladas las capacidades institucionales ni existe por el momento voluntad política de hacerlo.

2.7. Evaluación

La demanda de actividades de evaluación de pares crece a pasos agigantados: cada vez existen más resultados y actividades que requieren evaluación por pares (e.g. postulación de proyectos, promociones, participación en conferencias, publicaciones). Esto está haciendo insostenible este sistema de evaluación.

Las editoriales científicas, paralelamente, desarrollaron bases de datos bibliométricas que permiten cuantificar publicaciones y sus citas. A partir de ellas se han empezado a utilizar indicadores cuantitativos como herramientas para la evaluación científica.

Los sistemas de evaluación determinan en gran medida la dirección que tome la producción científica. ¿Sobre qué base deberían evaluarse los investigadores? La respuesta a esta pregunta configura el panorama científico en cualquier país. En esta sección evaluamos los caminos para la evaluación que propone la ciencia abierta.

2.7.1. Revisión abierta de pares

El sistema tradicional de revisión de pares es conocido como *double blind peer review*, lo que implica que los pares no firman sus reportes ni conocen la identidad de los autores cuya producción están evaluando. Los reportes producidos no se publican; sólo se dan a conocer privadamente entre revisores, editores y autores. Estos aspectos generan una serie de deficiencias: a) se condiciona fuertemente el trabajo de revisión al conocimiento específico que cada editor tenga sobre el tema que se está evaluando, b) los revisores tienen menos incentivos a realizar críticas constructivas y bien fundamentadas cuando sus

reportes no se hacen públicos, y c) en muchos casos el anonimato puede ser beneficioso, pero también restringe la posibilidad de evaluar al investigador en su rol de revisor (un aspecto clave para el funcionamiento del sistema).

Para superar estas deficiencias se propone abrir el sistema de revisión. Esto implica, como mínimo, que las revisiones sean firmadas (no anónimas) y que los reportes se publiquen como un apéndice adjunto a los documentos evaluados. Algunas versiones de revisión abierta también promueven un proceso de autoselección de revisores (*to crowd-source review*), según el cual los investigadores se ofrecen de manera voluntaria para evaluar aquellos trabajos de acuerdo con su formación o intereses de investigación.

El sistema de revisión abierto apunta a generar mayor transparencia del sistema, a la vez que aumenta la responsabilidad y el compromiso con el trabajo de revisión (Tennant et al., 2017). La revisión misma se transforma en conocimiento. El proceso de producción de conocimiento científico es de retroalimentación continua: en ese contexto, el sistema de evaluación ciego aparece como demasiado rígido. La evaluación abierta, por el contrario, parece adaptarse más naturalmente al carácter provisional de la ciencia, promoviendo la creatividad y el dinamismo en lo que se considera científicamente válido en un momento dado (Open Scholar, 2015).

Sin embargo, la evaluación abierta también tiene sus riesgos. Por ejemplo, la eliminación del anonimato puede hacer que los revisores sesguen positivamente sus revisiones, buscando agradar a ciertos autores bien establecidos en la disciplina (van Rooyen, Godlee, Evans, Black y Smith, 1999). Es posible que los nuevos sistemas de auto-selección no encuentren revisores para algunos artículos. Pero esto no parece ser un problema grave, ya que siempre se puede diseñar un sistema mixto con algunos revisores preseleccionados y otros auto-seleccionados.

En términos de implementación, la evaluación abierta de pares representa un desafío no solo para los científicos sino también para las revistas y los editores (Amezúa y Pozuelo Zurera, 2016). Del total de revistas con acceso abierto en el DOAJ, solamente 126 tienen un sistema de revisión abierta de pares, y en América del Sur más México, de un total de 1915 revistas en el DOAJ, solo existen 4 con revisión abierta¹⁶. En este punto, todavía existen muchas dudas: en una reciente encuesta realizada por OPENAire a académicos y editores, de un total de 3062 respuestas, más del 60% cree que la evaluación abierta de pares debe ser parte normal del proceso de evaluación, pero la mayoría de los encuestados se mostró reticente a revelar la identidad de los evaluadores (Ross-Hellauer, Deppe y Schmidt, 2017).

2.7.2. Indicadores de impacto alternativos

Cuando los esquemas de evaluación se apoyan en indicadores cuantitativos, se motiva a los investigadores a orientar su investigación hacia áreas, temas y métodos que tienen más chances de ser citados internacionalmente, que no necesariamente coinciden con las necesidades del país que financia la investigación. Asimismo, la atención al factor de impacto de una revista¹⁷ puede condicionar las decisiones del

¹⁶ Véase <https://doaj.org/>. Tres de estas revistas son brasileras (*Journal of Human Growth and Development*, *Projetos e Dissertações em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento*, y *Revista Outubro*) y una argentina: *Papers in Physics*.

¹⁷ El índice de impacto de la revista jerarquiza a la misma frente a otras publicaciones, y se calcula a partir de la cantidad de citas a los artículos publicados en esa revista durante un período de dos años.

editor respecto de dos cuestiones claves: si envía o no el documento a revisión, y cuál será la decisión del editor si las revisiones de pares resulten contradictorias.

En este contexto han comenzado a surgir métricas alternativas para medir el impacto de las publicaciones más allá del ámbito académico. Por ejemplo, *Altmetrics* mide citas a publicaciones científicas en redes sociales, blogs y otras plataformas electrónicas. Algunos autores sugieren que estos indicadores alternativos resultan un buen complemento a las citas académicas porque puede capturar otro tipo de interés en la investigación académica (Costas, Zahedi y Wouters, 2015). Sin embargo, *Altmetrics* no capta en qué medida los investigadores generan opinión en ambientes no académicos, como en sus aportes a los debates públicos sobre temas de relevancia social o su rol como asesores en el diseño de política pública. Para ello, se podría experimentar con el uso de tecnologías digitales en minería de textos.

Sin embargo, también las métricas alternativas suponen riesgos. La proliferación de sistemas basados en algoritmos de *big data* que usan información de redes sociales todavía se basan en publicaciones. La diferencia es que cuentan otros tipos de citas. Entonces, los incentivos realmente no cambian para los investigadores. Además, podría aparecer en esos casos un sesgo conocido como *gamification*, que significa desviar recursos hacia actividades que se desarrollan sólo para “ganar el juego”, incluidos los esfuerzos para “engañar” en las redes sociales (*spamming*, por ejemplo). Estos riesgos pueden diluirse de alguna manera cuando estos indicadores alternativos sean sólo un indicador adicional en la batería de herramientas que evalúan la investigación.

2.8. Comunicación

Para ganar accesibilidad, los investigadores deben diversificar los canales de comunicación o explorar con nuevos formatos para llegar a un público más amplio (por ejemplo, redes sociales, blogs, etc.) (Felt et al., 2013).

Esta necesidad se ha vuelto ahora más urgente debido al aumento de las fuentes de información (Weinberger, 2011). Los divulgadores científicos se ven igualados a cualquier actor que difunde información de fuentes dudosas. De hecho, para algunos autores, la comunicación científica se ha vuelto crecientemente una responsabilidad de los propios científicos (Brownell, Price y Steinman, 2013; Leshner, 2003).

Si bien el impacto social de la ciencia puede mejorar con los esfuerzos de comunicación, también existen desafíos. Comunicar ideas complejas de manera sencilla no siempre resulta fácil, y muchas veces los científicos no tienen las capacidades necesarias para hacerlo (Brownell et al., 2013).

2.8.1. Nuevos formatos de comunicación de la ciencia

El uso de redes sociales digitales como Twitter, Facebook, YouTube, y otras, está cambiando rápidamente la relación con el público, permitiendo que los científicos se comuniquen directamente y sin mediaciones con diferentes actores.

De acuerdo con Grand et al. (2012), el uso de redes sociales como Twitter permite que los científicos aumenten la confianza del público en la ciencia mediante el aumento de la transparencia y la conversión de los expertos en figuras públicas. Sin embargo, la transformación de científicos en intermediarios no siempre es sencilla. El uso de redes sociales requiere un compromiso personal que los científicos muchas

veces no están dispuestos a asumir (Procter et al., 2010), especialmente cuando no es ésta una actividad valorada por los esquemas de evaluación.

2.8.2. Recursos educativos abiertos

La apertura en materiales de investigación también se está extendiendo hacia actividades de educación y extensión. Esto incluye cursos online (conocidos por su sigla en inglés como MOOC, *massive open online courses*) y libros de textos abiertos. Si bien las universidades utilizan diferentes métodos de educación online desde fines de la década de 1990, los MOOC y otros materiales educativos abiertos ofrecen ventajas en términos de escalabilidad (el acceso a un número creciente de usuarios) y acceso abierto (Finkle y Masters, 2014). Estas características han generado amplias expectativas de democratización en el acceso al conocimiento y reducción de costos educativos.

Se dice que más de 200 universidades lanzaron cursos online (Shah, 2017) y empresas como *Coursera*, *Udacity* y *EdX* han comenzado a ofrecer MOOC ya sea de manera gratuita o a través de diferentes modelos pagos. Entre los riesgos que presentan estas herramientas se encuentra la posibilidad de que las autoridades los utilicen como excusa para recortar fondos o que su existencia conviertan la educación universitaria en un sistema dual en el cual los privilegiados acceden a clases presenciales y los que tienen menos recursos aprenden online (Rohs y Ganz, 2015).

3. Discusión

La revisión de los desafíos que enfrentan las prácticas de apertura y colaboración en las distintas etapas del proceso de investigación nos permite identificar tres grandes ejes sobre los que se debería actuar si se quieren promover las prácticas de ciencia abierta: capacitación, cambiar el diseño institucional de fomento a la actividad científica y desafíos de economía política. En lo que sigue recorreremos estas tres dimensiones.

3.1. Desafíos en términos de capacidades

Poner en marcha prácticas de ciencia abierta implica aprender nuevas capacidades que no siempre se encuentran disponibles. Mientras que compartir artículos o navegar bibliotecas electrónicas resulta común para los investigadores, compartir datos, utilizar herramientas de código abierto puede resultar desafiante (McKiernan, 2017).

Una dificultad evidente es que la falta de capacidades abarca todos los aspectos del ciclo de investigación. Ello requiere construir planes de capacitación que incumben a un amplio arco de actores (i.e. investigadores en formación e investigadores formados, bibliotecarios y personal de apoyo, y funcionarios académicos), y que habría que desarrollar de forma escalonada.

Algunas sugerencias posibles son:

- a) Consolidar aquellas áreas donde existen más capacidades y comenzar a explorar las menos conocidas: en áreas como acceso abierto a publicaciones (y, en menor medida, datos), ya existen ciertas capacidades que pueden ampliarse rápidamente. En el caso de prácticas menos conocidas, como

- evaluación abierta de pares o cuadernos abiertos de laboratorios, debería empezarse con brindar más información sobre las mismas y fomentar la existencia de nuevos usuarios y desarrolladores.
- b) Aprovechar los recursos y las comunidades de práctica disponibles: afortunadamente, a nivel internacional existen un montón de organizaciones sociales que producen y divulgan sus propios recursos de capacitación, tales como MOOC, wikis, *webinars*, etc. Estos espacios en general cuentan con *workshops* y jornadas de colaboración online de forma periódica. La mayoría de estos recursos son fácilmente accesibles y se podrían establecer alianzas que permitan acelerar los procesos de capacitación a nivel local.
 - c) Pensar fuera del laboratorio: algunas de las prácticas más paradigmáticas de la ciencia abierta (e.g. investigación interdisciplinaria y participación de actores extra-académicos) siempre fueron un dolor de cabeza para los científicos en general. Sin embargo, se trata prácticas habituales en otras comunidades como las de software libre o laboratorios ciudadanos. Aprender de estos grupos puede ayudar a desarrollar prácticas abiertas en el ámbito científico.
 - d) Construir capacidades para el futuro: a medida que la apertura avance y la disponibilidad de datos, código y otras herramientas abiertas se consolide, los futuros científicos contarán con nuevos recursos y materiales para el análisis. Es preciso que los planes de formación empiecen a tener en cuenta esta realidad emergente y diseñar planes de capacitación para estudiantes e investigadores jóvenes en gestión de datos, programación y diseño de instrumental en código abierto.

3.2. Desafíos institucionales

En la actualidad, los científicos que implementan prácticas de ciencia abierta lo hacen basándose en convicciones o experiencias previas personales, o respondiendo a instituciones internacionales de financiamiento que imponen con mayor frecuencia, por ejemplo, el acceso abierto como requisito para financiar. Sin embargo, los esquemas de incentivos locales no promueven estas prácticas, más bien las previenen, al generar costos de oportunidad de usar tiempo en actividades no valoradas por los esquemas de evaluación. De hecho, las deficiencias en los esquemas de incentivos generan actitudes de precaución entre los científicos.

Tampoco existe financiamiento específico para el tipo de actividad que la ciencia abierta demanda. Por ejemplo, los formularios para solicitar financiamiento no contemplan la necesidad de contar con administradores de la apertura, que son necesarios para documentar y gestionar la colaboración y participación.

Es preciso superar esta instancia y comenzar a formalizar mecanismos que permitan compartir y colaborar, y reconozcan integralmente el trabajo de los investigadores por hacerlo. El apoyo de las instituciones de financiación, evaluación y de las unidades académicas es crucial para consolidar el incipiente proceso de apertura. Éstas podrían establecer mecanismos que premien las prácticas abiertas por sobre las prácticas tradicionales. Se podría pensar en construir una batería de indicadores que evalúe a los investigadores en diferentes aspectos de la apertura y colaboración,

esperando que cada institución académica, no cada investigador, pueda mostrar buenos antecedentes en todas esas categorías.

Algunas ideas podrían ser (Arza y López, 2017):

- a) Evaluar a los investigadores como lectores y revisores: esto creará incentivos para la difusión y expansión de la revisión abierta de pares.
- b) Valorarlos como colaboradores: es necesario equilibrar la puja de fuerzas entre colaboración y competencia. Hoy, los esquemas de incentivos priorizan la competencia. Se podrían valorar particularmente los proyectos y publicaciones que muestren colaboración inter-institucional e interdisciplinaria.
- c) Registrar lo que comparten: la evaluación podría valorar, por ejemplo, que los investigadores compartieran los resultados en repositorios abiertos, que produjeran bases de datos y metadatos, que trabajaran cuadernos abiertos de laboratorio, que publicaran los protocolos de investigación, que participaran en proyectos colaborativos en red, etc.
- d) También se podría pensar en indicadores de evaluación institucional que califiquen la infraestructura y el soporte técnico y de gestión para la apertura. La disponibilidad de indicadores de estas características a nivel de organización académica podría ayudar a generar incentivos para facilitar la transición hacia formas más plenas de ciencia abierta.

3.3. Desafíos políticos

Los desafíos de economía política son quizás los más complicados de resolver dentro de los esquemas institucionales existentes. Esto se debe a una combinación de factores. Por un lado, existen intereses creados y tradiciones de prácticas que se resisten a modificar sus conductas y ceder sus privilegios en el control de recursos. Estas resistencias se encuentran tanto a nivel personal (por ejemplo, considerar los datos como objetos de dominio personal) como organizacional (por ejemplo, la resistencia de las unidades de vinculación tecnológica a la introducción de políticas de acceso abierto). Por otro lado, durante el proceso de apertura, algunos actores más poderosos pueden aprovecharse de la repentina oferta de recursos y usarlos de formas que generen asimetrías en la producción y uso del conocimiento científico.

En este escenario, algunas acciones posibles son:

- a) Resolver la contradicción de las propias directrices de políticas públicas: fomentar la apertura mientras se continúa promoviendo política de propiedad intelectual de la producción científica vía patentes puede generar tensiones difíciles de resolver para los científicos e, inclusive, favorecer procesos de captura. Una solución obvia es comenzar a explorar el uso de licencias abiertas.
- b) Generar acuerdos para compartir datos sensibles: existen ciertas áreas de investigación (como salud y conservación de especies) cuyo tratamiento siempre requerirá de mayor cuidado de los datos. Es posible elaborar políticas selectivas de apertura con las cuales se asegure que los datos serán utilizados para el bien público sin afectar a las poblaciones locales.

- c) Fomentar la participación ciudadana: los entornos académicos están poco preparados para fomentar nuevas formas de colaboración con ciudadanos y organizaciones sociales. En la medida en que estas prácticas se adopten de forma creciente, será necesario explorar en paralelo nuevas formas de reconocimiento y protección de la experticia que poseen los diferentes actores fuera del laboratorio.

4. Conclusiones

La ciencia abierta está dejando lentamente de ser una novedad y ha comenzado a constituirse en objeto de políticas públicas. Sin embargo, todavía persisten una serie de desafíos que requieren compromisos personales, creatividad institucional y planificación a largo plazo.

La tendencia a la apertura en ciencia continuará a nivel mundial, como se puede anticipar del creciente apoyo que este tipo de prácticas tienen en las estrategias de política de promoción de la ciencia a nivel internacional. Para no quedar rezagados y generar mayores brechas de conocimiento, es necesario comenzar pronto a diseñar planes de formación y construcción de capacidades. Existe el riesgo de que, en un futuro no muy lejano, las posibilidades de generar conocimiento científico se vean severamente limitadas sin el dominio de las herramientas y capacidades que permiten abrir y colaborar.

La transición hacia sistemas abiertos requiere cambios culturales e institucionales, desarrollo de infraestructura pública y capacidades específicas. Enfrentar estos cambios requerirá no solo creatividad institucional y nuevos recursos sino también prestar atención a las innovaciones y prácticas que ya se están promoviendo.

5. Referencias

- Arza, V., Fressoli, M., y López, E. (2017). Ciencia abierta en Argentina: un mapa de experiencias actuales. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 18 (55), 78-114. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/145/14553608004.pdf>
- Arza, V., Fressoli, M. y Sebastian, S. (2017). Towards open science in Argentina: From experiences to public policies. *First Monday*, 22(7), 1-12. Disponible en <http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/7876/6330>
- Arza, V. y Fressoli, M. (2017). Systematizing benefits of open science practices. *Information Services and Use*, 37(4), 463-474. Disponible en: <https://content.iospress.com/articles/information-services-and-use/isu861>
- Amezcuca, M., y Pozuelo Zurera, S. (2016). La Revisión por pares abierta, entre desafíos e incertidumbres. *Index de Enfermería*, 25(4), 293-296. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-12962016000300017
- Baker, M. (2016). 1,500 scientists lift the lid on reproducibility. *Nature News*, 533(7604), 452-454. <https://doi.org/10.1038/533452a>
- Bartling, S. y Friesike, S. (2014). Towards Another Scientific Revolution. En *Opening Science* (pp. 3-15). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-00026-8_1

- Björk, B.C. (2013). Open Access Are the Barriers to Change Receding? *Publications*, 1(1), 5-15. <https://doi.org/10.3390/publications1010005>
- Boulton, G., Campbell, P., Collins, B., Elias, P., Hall, W., Graeme, L., O'Neill, O., Rawlins, M., Thornton, J y Vallance, P., Walport, M. (2012). Science as an open enterprise. *The Royal Society*. Disponible en: <https://royalsociety.org/~media/policy/projects/sape/2012-06-20-saoe.pdf>
- Brownell, S. E., Price, J. V y Steinman, L. (2013). Science communication to the general public: why we need to teach undergraduate and graduate students this skill as part of their formal scientific training. *Journal of undergraduate neuroscience education*, 12(1), E6-E10. <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3852879&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
- Costas, R., Zahedi, Z. y Wouters, P. (2015). Do «altmetrics» correlate with citations? Extensive comparison of altmetric indicators with citations from a multidisciplinary perspective. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 66(10), 2003-2019. <http://doi.org/10.1002/asi.23309>
- David, P. A. (2004). Towards a Cyberinfrastructure for Enhanced Scientific Collaboration: Providing its «Soft» Foundations May Be the Hardest Part. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1325264>
- European Commission. (2016). EU Open Innovation, Open Science, Open to the World. *European Commission*. <https://doi.org/10.2777/061652>
- Felt, U., Barben, D., Irwin, A., Joly, P. B., Rip, A., Stirling, A. y Stöckelová, T. (2013). Science in Society: caring for our futures in turbulent times. *Policy briefing*, 50.
- Finkle, T. A. y Masters, E. (2014). Do MOOCs pose a threat to higher education? *Research in Higher Education Journal*, 26, 1-11. Disponible en: <http://www.aabri.com/manuscripts/141968.pdf>
- Franzoni, C. y Sauermann, H. (2014). Crowd science: The organization of scientific research in open collaborative projects. *Research policy*, 43(1), 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.07.005>
- Fressoli, M., y Arza, V. (2017). Negociando la apertura en ciencia abierta: Un análisis de casos ejemplares en Argentina. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 12(36), 139-162.
- Goodman, S. N., Fanelli, D. e Ioannidis, J. P. A. (2016). What does research reproducibility mean? *Science Translational Medicine*, 8(341), 1-12.
- Grand, A., Wilkinson, C., Bultitude, K. y Winfield, A. F. T. (2012). Open Science: a new «trust technology»? *Science Communication*, 34(5), 679-689. <http://doi.org/10.1177/1075547012443021>
- Hamilton, M., Kernohan, D. y Jacobs, N. (2017, junio). *Open by default? How can we make the most of open practices in research, education and skills?* Disponible en: <https://www.jisc.ac.uk/reports/open-by-default>
- Hess, D. (2007). *Alternative pathways in science and industry: Activism, innovation, and the environment in an era of globalization*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Larivière, V., Haustein, S., & Mongeon, P. (2015). The oligopoly of academic publishers in the digital era. *PLoS ONE*, 10(6), 1-15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127502>
- Leshner, A. I. (2003). Public Engagement with Science. *Science*, 299(5609), 977. <http://doi.org/10.1126/science.299.5609.977>
- Masum, H. y Harris, R. (2011). Open source for neglected diseases: Magic bullet or mirage. *Results for Development Institute*. Disponible en: <https://www.r4d.org/wp-content/uploads/Open-source-high-res.pdf>

- McAllister, J. W. (2012). Climate Science Controversies and the Demand for Access to Empirical Data. *Philosophy of Science*, 79(5), 871-880. <https://doi.org/10.1086/667871>
- McKiernan, E. C. (2017). Imagining the “open” university: Sharing scholarship to improve research and education. *PLoS biology*, 15(10), e1002614. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002614>
- McKiernan, E. C., Bourne, P. E., Brown, C. T., Buck, S., Kenall, A., Lin, J. y Yarkoni, T. (2016). How open science helps researchers succeed. *eLife* 5. <https://doi.org/10.7554/eLife.16800>
- Melin, G. (2000). Pragmatism and self-organization. *Research Policy*, 29(1), 31-40. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00031-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00031-1)
- National Information Standards Organization (2004). *Understanding metadata*. Baltimore: NISO Press. Disponible en: <https://www.niso.org/publications/understanding-metadata>
- Nielsen, M. (2012). *Reinventing Discover: The New Era of Networked Science*. Princeton, EE.UU.: Princeton University Press.
- Nosek, B. A., Ebersole, C. R., DeHaven, A. C. y Mellor, D. T. (2018). The preregistration revolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(11), 2600-2606. <https://doi.org/10.1073/pnas.1708274114>
- OECD (2015). Making Open Science a Reality. *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, 25. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5jrs2f963zs1-en>
- Open Policy Network (2016). Global Open Policy Report. Disponible en https://creativecommons.org/wp-content/uploads/2016/12/StateofOpenPolicyFullReport_FINAL-1-1-1-1.pdf
- Packer, A., Perez Sales, D., Santos, S., Mendoza, A., y Meneghini, R. (2018, enero). *Los criterios de Indexación de SciELO se alinean con la comunicación en la ciencia abierta* [en línea]. Disponible en: <https://blog.scielo.org/es/2018/01/10/los-criterios-de-indexacion-de-scielo-se-alinean-con-la-comunicacion-en-la-ciencia-abierta/#.W33CBuhKjcc>
- Packer, A., Santos, S., y Meneghini, R. (2017, febrero). SciELO Preprints en camino. *Blog SciELO*. Disponible en: <https://blog.scielo.org/es/2017/02/22/scielo-preprints-en-camino/#.WxsBKO4vzIU>
- Perakakis, P. (2015). OPRM: An Open Peer Review Module for integration with OA repositories [Version 1]. *The Self Journal of Science*.
- Piwowar, H., Priem, J., Larivière, V., Alperin, J. P., Matthias, L., Norlander, B., Farley, A., West, J. y Haustein, S. (2018). The state of OA: a large-scale analysis of the prevalence and impact of Open Access articles. *PeerJ*, 6, e4375. <https://doi.org/10.7717/peerj.4375>
- Procter, R., Williams, R., Stewart, J., Poschen, M., Snee, H., Voss, A. y Asgari-Targhi, M. (2010). Adoption and use of Web 2.0 in scholarly communications. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 368(1926), 4039-4056. <https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0155>
- RIN/NESTA (2010) *Open to All: Case Studies of Openness in Research*, Joint RIN/NESTA Report, Londres: Research Information Network/National Endowment for Science, Technology and the Arts. http://www.rin.ac.uk/system/files/attachments/NESTA-RIN_Open_Science_V01_0.pdf
- Rohs, M. y Ganz, M. (2015). MOOCs and the claim of education for all: A disillusion by empirical data. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 16(6), 1-19. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v16i6.2033>
- Ross-Hellauer, T., Deppe, A. y Schmidt, B. (2017, mayo). *OpenAire survey on open peer review: attitudes and experience amongst editors, authors and reviewers* [en línea]. <https://doi.org/10.5281/zenodo.570864>

- Rossel, C. (2015, enero). *The World Bank Open Access policy* [en línea]. Disponible en: <https://otwartanauka.pl/analysis/nauka-otwartosc-swiat/polityka-otwartosci-banku-swiatowego/the-world-bank-open-access-policy>
- Sanderson, K. (2008). Data on display. *Nature*, 455. <https://doi.org/10.1038/455273a>
- Schwarzkopf, S. (2016, abril). It's not the end of the world if your research gets 'scooped'. *Times Higher Education*, Blogs. Disponible en: <https://www.timeshighereducation.com/blog/its-not-end-world-if-your-research-gets-scooped#survey-answer>
- Shah, D. (2017, noviembre). *200 universities just launched 600 free online courses. Here's the full list*. Disponible en: <https://qz.com/1120344/200-universities-just-launched-600-free-online-courses-heres-the-full-list/>
- Scheliga, K. y Friesike, S. (2014). Putting open science into practice: A social dilemma? *First Monday*, 19(9). <https://doi.org/10.5210/fm.v19i9.5381>
- Sonnenwald, D. H. (2007). Scientific collaboration. *Annual Review of Information Science and Technology*, 41(1), 643-681. <https://doi.org/10.1002/aris.2007.1440410121>
- Tennant, J. P., Dugan, J. M., Graziotin, M., Jacques, D. C., Waldner, F., Mietchen, D., Elkhatib, Y., Collister, L. B., Pikas, C. K., Crick, T., Masuzzo, P., Caravaggi, A., Berg, D. R., Niemeyer, K. E., Ross-Hellauer, T., Mannheimer, S., Rigling, L., Katz, D. S., Greshake Tzovaras, B., Pacheco-Mendoza, J., Fatima, N., Poblet, M., Isaakidis, M., Irawan, D. E., Renaut, S., Madan, C. R., Matthias, L., Nørgaard Kjær, J., O'Donnell, D. P., Neylon, C., Kearns, S., Selvaraju, M. y Colomb, J. (2017). An interdisciplinary perspective on innovations in peer review. *F1000Research*, 6, 1151. <https://doi.org/10.12688/f1000research.12037.1>
- Toelch, U. y Ostwald, D. (2018, marzo). Digital Open Science – Teaching digital tools for reproducible and transparent research. <http://doi.org/10.17605/OSF.IO/FBVEP>
- Van Rooyen, S., Godlee, F., Evans, S., Black, N. y Smith, R. (1999). Effect of open peer review on quality of reviews and on reviewers' recommendations: a randomised trial. *Bmj*, 318(7175), 23-27. <https://doi.org/10.1136/bmj.318.7175.23>
- Weinberger, D. (2011). *Too big to know. Rethinking knowledge now that the facts aren't the facts, experts are everywhere, and the smartest person in the room is the room*. New York: Basic Books.
- Wiggins, A. y Crowston, K. (2011, January). From conservation to crowdsourcing: A typology of citizen science. In *System Sciences (HICSS), 2011 44th Hawaii international conference on*(pp. 1-10). IEEE. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2011.207>