

Hacia una ciencia abierta en Argentina: de las experiencias a las políticas públicas¹

Valeria Arza, Mariano Fressoli y Sol Sebastian²

1. Introducción

Las tecnologías de información y comunicación (TICs) están creando grandes oportunidades para facilitar, expandir y acelerar los procesos de producción colaborativa en varias esferas sociales y la producción científica no es una excepción. Nuevas tecnologías y prácticas como big data, machine learning, uso masivo de sensores, drones y una mayor disponibilidad de herramientas científicas de bajo costo están cambiando la forma de producir conocimiento. Hoy existen en el mundo, y disponibles para todos, plataformas de datos y publicaciones abiertos, recursos educativos abiertos, sitios web que facilitan la colaboración acortando distancias geográficas, disciplinarias y de expertise.

La ciencia abierta se trata precisamente de eso: producir conocimiento científico de forma colaborativa, incluyendo expertos y no expertos, dejando en libre disponibilidad los resultados intermedios y finales que se obtienen en ese proceso.

La adopción de prácticas de ciencia abierta permite retomar el viejo ethos de la producción de conocimiento científico como producción de bienes públicos y universales, generando una serie de beneficios asociados. En primer lugar, la ciencia abierta permite aumentar la eficiencia en la producción científica; por un lado, el aumento de la colaboración evita la duplicación de esfuerzos y se facilita el uso de un acervo común de conocimiento y recursos cognitivos (Bartling y Friesike, 2014). Por otro lado, la posibilidad de invitar a una variedad de actores cuya capacidad cognitiva y su tiempo no estaban a disposición de la producción científica, genera procesos de amplificación de la inteligencia colectiva (Benkler et al, 2015). En segundo lugar, la participación de ciudadanos no sólo aumenta los recursos, sino que también contribuye con los procesos de democratización del conocimiento

¹ Este trabajo fue parcialmente financiado con fondos de CIECTI – Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva.

² Valeria Arza es Investigadora independiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y del Centro de Investigaciones para la Transformación (CENIT) institución asociada a la Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF). Correo: varza@fund-cenit.org.ar Mariano Fressoli es Investigador asistente de CONICET y de CENIT/UNTREF. Correo: mfressoli@fund-cenit.org.ar. Sol Sebastian es investigadora de CENIT/UNTREF. Correo sol.sebastian@fund-cenit.org.ar

(Wiggins y Crowston, 2011). Finalmente, al abrir y colaborar con la sociedad, se vuelve más factible que la ciencia pueda atender como mayor efectividad las demandas sociales (Masum y Harris, 2011, Nielsen, 2012). Algunos autores sugieren que los beneficios de la ciencia abierta constituyen en realidad el comienzo de una revolución en la producción de conocimiento (Bartling y Friesike, 2014).

El atractivo de estas afirmaciones ha interesado recientemente a instituciones científicas, organismos de financiamiento y responsables de la política pública a nivel mundial.³ En Argentina, la Ley 26.899 de Repositorios Digitales Abiertos sancionada en 2013 es indicativa del interés que la política científica local tiene también por las prácticas de ciencia abierta. Sin embargo, no está todavía claro qué recursos y capacidades se disponen para la ciencia abierta en el país y cuáles son las direcciones de apertura y colaboración más promisorias.

Para responder a estas preguntas, en trabajos recientes hemos analizado cómo se producen los procesos de apertura a partir de estudios de caso llegando a la conclusión de que se logra de una forma incremental y pragmática.⁴ También analizamos la relación entre tipos de apertura y beneficios y obstáculos asociados, llegando a la conclusión de que las distintas dimensiones de la apertura cumplen funciones diferentes y también desafían distintos aspectos del *status quo*.⁵

Asimismo, a partir de datos de una encuesta realizada a los investigadores del sistema científico nacional y respondida por 1463 investigadores, analizamos el alcance de la ciencia abierta en Argentina⁶. Este trabajo llega a dos conclusiones centrales. En primer lugar, tanto el concepto de “ciencia abierta” como las prácticas asociadas y por lo tanto también sus beneficios e implicancias no son bien conocidos por la comunidad científica local. Al difundir la encuesta, incorporamos una definición sobre ciencia abierta y también ofrecimos más información online para interiorizarse sobre el concepto. Sin embargo, fueron muchos los actores que describieron actividades de capacitación, de extensión, o metodologías cualitativas tradicionales (e.g. entrevistas, talleres, grupos focales, etc.) de recolección de

³ Por ejemplo, la Royal Society (Boulton et al., 2012), NESTA (RIN NESTA, 2010), OCDE (OECD, 2015), el Banco Mundial (Rossel, 2016), y la Unión Europea (Commission High Level Expert Group on the European Open Science Cloud, 2016) han manifestado interés y apoyo a las prácticas de ciencia abierta.

⁴ Ver Fressoli, M. y Arza, V., (2016), Ciencia abierta en Argentina. Los procesos de apertura y sus desafíos. Mimeo actualmente en revisión en Revista Científica.

⁵ Ver Arza, V. y Fressoli, M. (2016), Benefits and obstacles of openness in science: an analytical framework illustrated with case study evidence from Argentina. Documento de Trabajo STEPS América Latina

⁶ Ver Arza, V., Fressoli, M. y López, E. (2016), Ciencia abierta en Argentina: un mapa de experiencias actuales. Mimeo actualmente en revisión en Revista Científica.

información primaria en ciencias sociales o cuando los actores sociales son los principales informantes. En segundo lugar, con mayor o menor nivel de compromiso y conocimiento sobre ciencia abierta, una proporción muy alta de investigadores demostró interés por la encuesta, por ejemplo tomándose su tiempo para responder en detalle el único campo abierto de la misma. También la mayoría de los encuestados indicó que realizaba alguna de las prácticas de apertura de conocimiento que se listaban en preguntas cerradas. Desde ya, también encontramos diferencias por disciplinas y por campo de aplicación, ya que el tipo de apertura que es funcional en cada caso puede variar. Creemos, que el hecho de que muchos de los investigadores encuestados consideran que algunas de las prácticas de investigación que ellos realizan también son prácticas de ciencia abierta, señala que la apertura y la colaboración son hechos familiares para gran parte de científicos, lo que podría favorecer la difusión de nuevas prácticas, más intensas o más radicales de apertura.

La encuesta trasluce un gran potencial para políticas de promoción de la ciencia abierta en el país. Probablemente para muchos investigadores avanzar hacia un mayor compromiso con la apertura será profundizar sobre algunos elementos de su práctica habitual. La clave estará en poder transmitir no sólo qué es la ciencia abierta o cómo se entiende en otras latitudes sino también discutir los beneficios, desafíos y riesgos que conlleva. Hay gran espacio para avanzar en este sentido. Un primer paso podría ser darle mayor visibilidad a aquellos proyectos que ya están comprometidos con prácticas de apertura en ciencia, promoviendo su actualización, su expansión y replicación. Y ése es de alguna forma el objetivo de este trabajo.

Aquí caracterizamos las experiencias de ciencia abierta utilizando material de casos que fueron relevados durante la encuesta y confirmados durante nuestra investigación como experiencias de ciencia abierta que se adecuaban a nuestra definición del concepto y algunos otros que identificamos luego. Analizamos en total 68 experiencias nacionales de ciencia abierta y comentamos sus objetivos, sus disciplinas y sus formas de apertura. En base a ese análisis y nutriéndonos también de los trabajos anteriores de nuestro equipo, en las conclusiones presentamos algunas implicancias de política para fomentar la apertura y colaboración en ciencia.

La sección siguiente presenta el marco conceptual que utilizamos para entender qué es la ciencia abierta, la sección 3 presenta la metodología, la sección 4 analiza la información relevada, y la sección 5 discute algunas implicancias de política.

2. El origen conceptual de las prácticas de ciencia abierta

En la tradición científica moderna, la producción de conocimiento resulta del balance de dos fuerzas contrapuestas: la *competencia* y la *colaboración*. La competencia entre científicos se orienta a obtener la prioridad en la producción de nuevo conocimiento (Merton, 1957), lo que redundaría en una cantidad de actores abocados a resolver simultáneamente una cartera de problemas cognitivos, aumentando de esa forma la probabilidad de encontrar soluciones. Mientras tanto, la *colaboración* entre científicos de distintas disciplinas y generaciones permite que el conocimiento avance de forma acumulativa, “a hombros del gigante”, sobre la base del conocimiento que han aportado otros, evitando así tener que re-inventar todo el conocimiento cada vez que se aborda un nuevo problema.

En la concepción mertoniana la ciencia moderna se rige por cuatro principios que guían el accionar de los científicos y logran un balance de fuerzas entre la colaboración y la competencia que resulta beneficioso para la producción científica (Merton, 1977, Orozco, 2010). Esos principios son:

- *Comunalismo*: los descubrimientos científicos son de propiedad común, los científicos ceden la propiedad intelectual sobre los mismos a cambio de reputación y reconocimiento.
- *Universalismo*: la veracidad de las afirmaciones científicas son evaluadas sobre la base de criterios universales, sin lugar para la discrecionalidad o discriminación asociadas a las características personales de los científicos que las proponen (e.g. género, raza, nacionalidad, religión, etc.)
- *Desinterés*: los científicos contribuyen con el acervo de conocimiento común sin esperar ninguna recompensa más allá de la reputación científica;
- *Escepticismo Organizado*: Para ser consideradas válidas, las ideas deben ponerse a prueba y están sujetas a normas de escrutinio propias de la comunidad científica a la que pertenecen.

Sin embargo, en la práctica, la ciencia tradicional ha sido mucho más cerrada de lo que el ideal de comunalismo manifiesta, mucho menos universal y más verticalista/corporativa (i.e. algunos tienen más autoridad que otros para darle ‘valor’ a sus hallazgos) y al mismo tiempo, también, cada vez más focalizada y endógena en la selección de sus problemas, para poder responder correctamente a los criterios de validez que se establecen dentro de comunidades científicas cada vez más especializadas.

Esto es el resultado de tres fenómenos. En primer lugar, el esquema de incentivos, que se apoyan en gran medida en medir cantidad de publicaciones obtenidas durante cierto período, favorece la competencia en detrimento de la colaboración (Hagstrom, 1974, Stephan, 2010). Los científicos suelen exponer una parte de su metodología y

datos, pero mucho de este conocimiento se retacea, ya sea por temor a la competencia o por las características intrínsecas del conocimiento tácito involucrado. De esta forma, si bien los científicos publican sus resultados, buena parte de la información relevante para poder construir conocimiento de forma acumulativa no se publica (Franzoni y Sauermann, 2014). Además, las editoriales de publicaciones científicas lograron imponer restricciones de acceso al conocimiento científico (Wagner, 2009). Como resultado, lo que denominamos ciencia tradicional se ha visto afectada crecientemente por un proceso de reducción de la colaboración y de menor comunalismo.

En segundo lugar, el mercado editorial fomentó el corporativismo y la fragmentación de la ciencia. La concentración del mercado editorial instauró un régimen de jerarquía entre revistas científicas, condicionando los esquemas de incentivos que regulan al quehacer científico y contribuyendo a que la producción científica se hiciera cada vez más corporativa y fragmentada. Por un lado, se fueron estableciendo normas cada vez más exigentes de membresía científica asociadas a la calidad de las publicaciones. Por otro lado, la producción científica se volvió más fragmentada, siguiendo prioridades de investigación que se definen de manera muy acotada dentro de cada disciplina, promoviendo una excesiva especialización que puede alejar los resultados científicos de aquellos que son de interés público y cuyo valor social se limita al de generar conocimiento científico como un fin en sí mismo. En los países en desarrollo, esta actitud ha sido calificada de "cientificismo" (véase por ejemplo (Varsavsky, 1969), e implica en la práctica la subordinación de la investigación a agendas internacionales y ajenas a las realidad local (Kreimer, 1998).

Finalmente, las políticas científicas se fueron orientando a la comercialización del conocimiento científico. A partir de los '60 emergieron presiones desde el ámbito político de los países centrales para que la ciencia demuestre su utilidad social y económica (Mowery, 1995, Nelson, 2004) (Dasgupta y David, 1994). Para promover la aplicación productiva del conocimiento científico, en los '80 se amplía considerablemente la injerencia de los mecanismos de propiedad intelectual en la protección de conocimiento científico que antes quedaba en el dominio público (Mazzoleni y Nelson, 2007). Así, la política pública científica sumó al mercado como un factor dinamizador de la producción científica. Esto acelera los procesos de mayor oclusión de la ciencia, condicionando la indagación científica a ámbitos de interés del mercado y fomentando la apropiación privada de los beneficios de la producción científica. Redunda también en que no todo hallazgo científico pudiera publicarse (o no inmediatamente) debido a cláusulas de confidencialidad o a que el sistema de propiedad intelectual mediante patentes requería que el invento no sea de dominio público.

En este contexto, las prácticas de ciencia abierta buscan revertir estos procesos de encerramiento, corporativismo, fragmentación disciplinaria y apropiación privada que describimos, a través de i) orientarse a la producción de bienes públicos abiertos; es decir bienes (que pueden ser datos, publicaciones, infraestructura, herramientas u otros) que están disponibles para todos, ii) fomentar una mayor colaboración entre científicos de diferentes disciplinas y espacios académicos, y iii) ampliar la diversidad de actores que producen ciencia.

La ciencia abierta es el resultado de un largo proceso de experimentación con formas abiertas de producir conocimiento que alcanza un punto de inflexión con la emergencia y difusión de las TICs (Gagliardi, 2015).

Algunas de las prácticas de la ciencia abierta, como la ciencia ciudadana, existen desde hace más de cien años.⁷ Esta práctica se orienta tanto facilitar la labor científica porque invita al público en general a participar en la generación de información relevante para la investigación científica, como a diversificar las fuentes de conocimiento y democratizar su producción al involucrar en la producción científica a aficionados o conocedores de ciertos temas.

Otras prácticas, como la investigación acción-participativa y la ciencia alternativa (Hess, 2007, Martin, 2005, Moore, 2006) se remontan a la década de 1960. Éstas alientan la producción de conocimiento orientada por necesidades sociales y experimentan con la apertura de la agenda de investigación como una respuesta al proceso de corporativismo y fragmentación mencionado más arriba, que no resultaba útil para generar productos científicos de interés social.

El movimiento actual de ciencia abierta retoma estas tradiciones y se inspira en las prácticas de apertura y participación que desarrollaron los activistas del software libre y código abierto (*open source*). De la misma manera que las prácticas *open source*, las diversas prácticas de ciencia abierta en la actualidad buscan compartir datos, publicaciones y problemas a partir de la utilización de redes sociales y medios electrónicos. Esto abre la posibilidad de crear formas abiertas de colaboración entre científicos en la definición de problemas y líneas de investigación (por ejemplo en el proyecto Polymath) (Nielsen, 2012), o permitir la participación de ciudadanos en la caracterización y análisis de datos (e.g. Galaxy zoo, Foldit, etc.) (Franzoni y Sauermann, 2014) o el diseño de software e instrumentos científicos de código

⁷ Desde mediados del siglo XIX existen ejemplos de ciencia ciudadana. Por ejemplo, en 1842 un oficial de marina estadounidense, Maury, encontró un método para analizar información meteorológica recolectada cada 15 minutos por marineros navegando en distintos puntos de mares y océanos, lo cual mejoró considerablemente el conocimiento meteorológico y facilitó la navegación (Cooper, 2012a, Cooper, 2012b, Miller-Rushing, 2012).

abierto (ej. Software estadístico R o contadores geiger) (Pearce, 2012). Un punto clave en el proceso de apertura es la publicación abierta y gratuita de los resultados de investigación. En principio, este proceso involucra las publicaciones de *papers* científicos en repositorios abiertos, aunque paulatinamente se han ido desarrollando también repositorios abiertos de datos (Gagliardi, 2015).

Algunas de las prácticas recientes de apertura tienen su origen en incentivos específicos de política pública, en general promovidas por organismos internacionales de fomento a la producción científica (Franzoni y Sauermann, 2014). Por ejemplo, cada vez es más común que los científicos de distintos laboratorios colaboren en el uso de cierta infraestructura, tecnologías y recursos de investigación que fueron generados a partir de la inversión de fondos públicos. En general, las agencias de financiamiento han demostrado creciente interés en fomentar el uso común de los instrumentales que requieren inversiones significativas (Sonnenwald, 2007).

El cuadro 1 resume las principales características de las prácticas de ciencia abierta más extendidas a nivel internacional e identifica algunos ejemplos.

Cuadro 1. Prácticas de ciencia abierta más extendidas a nivel internacional

Nombre	En qué consiste	Ejemplos internacionales
<i>Acceso abierto</i>	Publicación online de artículos y otras formas de conocimiento o información científica de manera libre y gratuita. En 2003 un grupo de académicos firmó la Iniciativa de Acceso Abierto de Budapest promoviendo el auto-archivado de los artículos científicos y la creación de revistas de acceso abierto. A esta declaración que siguieron otras similares.	El Directorio de Repositorios Abiertos registra un total de 3048 repositorios a nivel mundial, de los cuales 267 se ubican en América del Sur. En la región están SciELO-Scientific Electronic Library Online, Redalyc: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe y la Red La Referencia.
<i>Ciencia en red</i>	La ciencia en red utiliza herramientas web, redes sociales y <i>acceso abierto</i> para aumentar la escala (y la diversidad) de la colaboración y acelerar la producción de conocimiento científico. Busca fomentar el intercambio, principalmente entre científicos pero también con otros actores, tanto de productos intermedios y finales como de ideas.	Open Science Framework

<i>Ciencia ciudadana</i>	Colaboración entre científicos y ciudadanos fundamentalmente en la etapa de recolección de datos lo cual permite ampliar extraordinariamente la capacidad de generar grandes bases de datos. Resulta una práctica bastante extendida en ecología y astronomía.	Galaxy Zoo The Great Sunflower Project
<i>Ciencia para la gente</i>	Grupos científicos que buscan generar conocimiento o herramientas para la resolución de problemas concretos de la sociedad civil	Science shops en Europa y EE.UU.
<i>Comunicación pública de la ciencia</i>	Prácticas que buscan difundir el conocimiento científico al público amplio. Esto implica utilizar canales de comunicación de los resultados científicos distintos a los tradicionales, como las redes sociales, blogs, clubes de ciencia, etc. y también nuevos formatos de comunicación, como infografías, notas y videos pero también otros más interactivos como juegos, actividades en museos, etc.	I Fucking love science (originalmente un página de facebook, este sitio mantenido por Elise Andrew alcanzó, en enero de 2015, casi 20 millones de likes; Science show (Canal de noticias científicas en youtube.com)

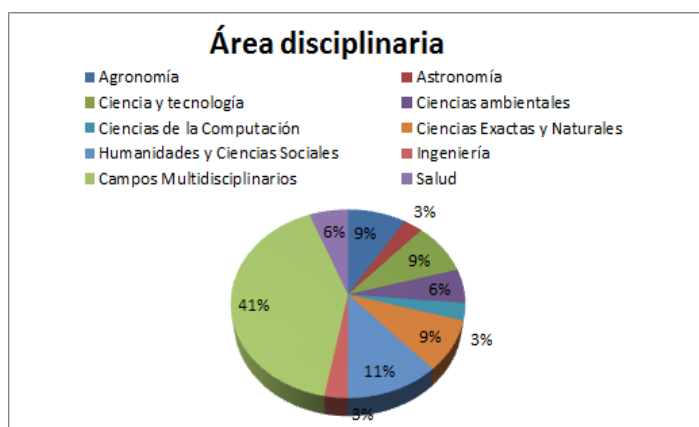
3. Metodología

Durante el mes de mayo 2015 realizamos un relevamiento desde una plataforma online utilizando un cuestionario de sólo 4 preguntas enviado por correo electrónico a unos 18500 científicos del ámbito público. Obtuvimos 1463 respuestas válidas y entre ellos un 70% respondió el único campo abierto de la encuesta en el que pedíamos que describieran la experiencia de ciencia abierta más relevante en la que hubieran participado.

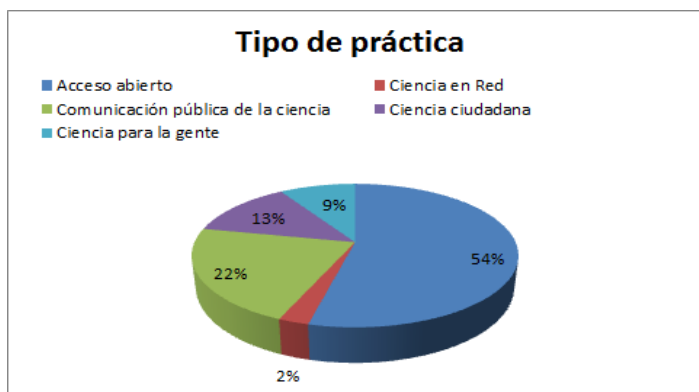
Leímos esas entradas y entre ellas identificamos unas 70 que tenían posibilidad de ser realmente experiencias de ciencia abierta tal cual se entiende en la literatura. Complementamos la información provista en la encuesta con otra que obtuvimos a partir de documentación secundaria y entrevistas para poder comprobar que efectivamente se tratara de experiencias de ciencia abierta tal cual fueron definidas en este trabajo. En este procesos descartamos algunas de las experiencias por no encuadrarse correctamente en nuestra definición y también incorporamos nuevos casos de ciencia abierta que fuimos identificando, en particular incluimos todos los repositorios de datos y publicaciones nacionales que están asociados al Sistema de Bibliotecas e Información (SISBI).

De esta forma, identificamos 68 experiencias que se listan en Anexo A indicando objetivos y área de investigación. Estas experiencias las clasificamos por tipo siguiendo las definiciones del Cuadro 1 y además las localizamos geográficamente en este mapa de experiencias disponible online ([ver aquí](#)). En el apartado que sigue sistematizamos la información recabada.

4. Análisis de las experiencias de ciencia abierta en Argentina



Como se observa en el gráfico de los 68 casos de ciencia abierta relevados las mayores frecuencias se encuentran en campos multidisciplinarios (41%)⁸, Humanidades y Ciencias Sociales (11%) y Ciencias Exactas y Naturales (9%). Seguidas de Ciencia y Tecnología (9%), Agronomía (9%), Salud (6%) y Ciencias Ambientales (6%), y en menor cantidad las Ciencias de la computación e Ingeniería y Astronomía (3% c/área).



En torno a los tipos de prácticas de ciencia abierta identificados en el Cuadro 1, de esas 68 experiencias un 54 % de los casos son de *Acceso abierto* (repositorios de datos y publicaciones nacionales), 22% son casos de *comunicación pública de la ciencia* un 13% de los casos involucran prácticas de *ciencia ciudadana*, a estos les sigue un 9% de prácticas de *ciencia para la*

gente y solo un 2% *ciencia en red*.

En el cruce del tipo de práctica de ciencia abierta por campo de conocimiento encontramos que en *comunicación pública de la ciencia*, el área de *Ciencia y tecnología* explica la mayor proporción (23%), seguida del área de *humanidades y ciencias sociales* con un 12%. En el área de *ciencia y tecnología*, podemos mencionar el ejemplo del “Mate de las ciencias” como modelo de encuentros abiertos a la

⁸ En este grupo tienen un peso central los repositorios no especializados en alguna disciplina específica

comunidad que tiene el objetivo de dar a conocer el trabajo científico que se produce en la región y de contribuir a la apropiación social del conocimiento llevando la experiencia de los investigadores en forma directa a la gente. Más específicamente vinculado a la apertura de la *comunicación* e intercambio con *estudiantes y docentes* encontramos el ejemplo del proyecto: “Los científicos van a las escuelas”, una iniciativa que propone la interacción entre científicos y docentes para el enriquecimiento de las clases de ciencias en el aula, mediante proyectos de colaboración.

El abanico de los proyectos pertenecientes a las *Humanidades y Ciencias Sociales* se expande desde trabajos que usan como soporte la radio, la televisión o una red informática cuyo único fin es el de divulgación en un sentido amplio, hasta otros como el “Museo Viajero” una sala móvil del Museo de Antropología de la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Nacional de Córdoba, diseñada sobre una casilla rodante que permita acercar las ciencias antropológicas a los diferentes públicos de la provincia.

Continuando con la *comunicación pública de la ciencia*, encontramos en *agronomía* dos casos de soberanía alimentaria: la “cátedra libre de soberanía alimentaria” de la Universidad Nacional de La Plata y la “cátedra libre de soberanía alimentaria” de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires; ambas con el objetivo de generar un espacio de concientización y formación acerca de la Soberanía Alimentaria orientado a la comunidad.

En todos los casos de *comunicación pública de la ciencia* la misma involucra a la *Comunidad* en términos generales, con algunas variantes de especificaciones por grupos tales como *comunidad de niños* en referencia a aquellos en edad escolar.

En *Ciencia ciudadana* encontramos proyectos de *Ciencias Exactas y Naturales* (23%), *Campos multidisciplinarios* (22%) y, en menor cantidad, de *Astronomía, Ciencias Ambientales, Salud, Ciencias de la computación e Ingeniería*, (11% c/ área). En el área de *Ciencias Exactas y Naturales* encontramos el caso de “eBird Argentina” que se vale de una plataforma de recolección de datos para que los usuarios puedan reportar sus observaciones de aves. Estos datos aportan información sobre la distribución espacial de especies y permiten dar seguimiento a las tendencias poblacionales, identificando áreas o sitios importantes para la conservación de aves y contribuyendo al diseño de mejores planes de manejo o recuperación de especies amenazadas o en peligro de extinción.

En *Campos multidisciplinarios*, podemos mencionar el caso de Inteligencia Territorial, un proyecto de Gestión Integral del Territorio que estudió, junto con

vecinos e instituciones, las vulnerabilidades de dos zonas de los partidos de La Plata, Berisso y Ensenada afectadas por las inundaciones. El que equipo articuló diversas técnicas de las ciencias exactas y naturales con métodos propios de las ciencias sociales, junto con los aportes concomitantes de ciudadanos, científicos, políticos y empresarios, logrando co-diseñar tres agendas de gestión de problemas específicamente sociales.

En el área de *Ciencias Ambientales* encontramos el caso de “Cosensores” cuya estrategia de intervención se basa en la noción de investigación participativa para la coproducción de conocimiento, conjugando prácticas y conocimientos científicos del ámbito académico con los saberes y prácticas de las comunidades. Asimismo, la Astronomía es activa en prácticas de ciencia ciudadana. Encontramos el ejemplo de “Astrónomos ciudadanos” que a partir de una *plataforma de recolección de datos* los ciudadanos participan en el registro de datos astronómicos a partir de observaciones simples del cielo nocturno.

En *Ciencia para la gente* la mayor frecuencia de los casos se concentra en *agronomía* (43%), seguido de *ciencias ambientales* con un (27%), un 14% para *campos multidisciplinarios* y otro 14% para el área de *salud*. Un caso interesante perteneciente al área de *salud* es el de los Campamentos Sanitarios de la Cátedra de Salud Socio Ambiental Universidad Nacional de Rosario”, una iniciativa de la facultad de medicina de la Universidad de Rosario que tiene el doble objetivo de formación de futuros graduados en medicina al tiempo que se generan datos epidemiológicos sobre morbilidad y mortalidad de poblaciones rurales en coordinación con autoridades, organizaciones sociales y vecinales de los pueblos relevados. Estos datos han sido utilizados por este y otros grupos en actividades de divulgación sobre efectos en la salud de los agroquímicos utilizados en la producción agrícola así como de otros factores de contaminación ambiental.

En varios de los casos de *ciencia para la gente* encontramos que participan actores de la sociedad civil así como a *organizaciones sociales*. Esto sucede por ejemplo en algunos proyectos identificados cuyos objetivos están asociados a garantizar la *soberanía alimentaria*. Los tres proyectos identificados buscan generar un espacio de intercambio, de articulación de los saberes y prácticas generadas desde el ámbito universitario con los conocimientos y experiencias de los sujetos sociales, por lo que en su mayoría abren el intercambio en la comunicación de la producción científico-académica. Uno de ellos es el proyecto “Conocer el suelo para promover la producción agroecológica en huertas familiares” cuyo objetivo es analizar y contribuir a mejorar las prácticas de manejo del suelo (como el uso de compost) y capacitar a huerteros para mejorar la producción de sus huertas agroecológicas en el marco del Programa de Agricultura Urbana (PAU) de la ciudad de Rosario. Asimismo

se puede señalar de *Ciencias ambientales* el caso del “Taller de aguas”, un colectivo conformado por estudiantes, graduados, docentes y trabajadores de la ciencia, en su mayoría de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires quienes trabajan en torno a problemáticas asociadas con el agua en lugares social y ambientalmente relegados, organizados de manera horizontal y mediante consensos, construyendo conocimientos de forma conjunta con organizaciones que trabajan por el cambio social.

En relación a la *Ciencia en Red* identificamos solo 2 casos, 1 de *ciencias de la computación* y 1 de *Ciencias Exactas y Naturales*. Ambos se valen principalmente de herramientas web para aumentar de la colaboración en la producción de conocimiento científico, buscando fomentar el intercambio, principalmente entre científicos pero también con otros actores. Así es el caso de “Uqbar Project” que busca unir la industria con la academia. a partir de la generación de un espacio que promueve la utilización del software libre con fines académicos y productivos. El proyecto fue fundado por docentes y desarrolladores de distintas universidades nacionales con el objetivo de unir las investigaciones académicas vinculadas al software y los desarrollos industriales para facilitar el aprendizaje de estos recursos.

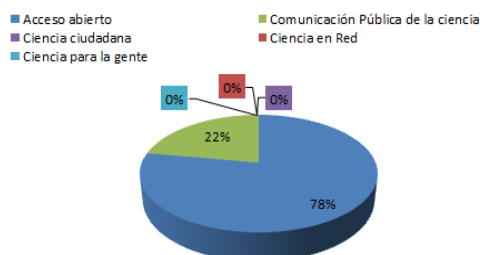
El otro proyecto es el Pampa2 (Proyecto Argentino de Monitoreo y Prospección de Ambientes Acuáticos) que integra una red multidisciplinaria de equipos de investigación pertenecientes a distintas instituciones científicas que investigan diferentes características de trece lagunas de la región pampeana para evaluar patrones biológicos asociados a la actividad humana y al cambio climático.

Por último, en la práctica de *acceso abierto a la producción científica* se destacan los repositorios nacionales que tiene representatividad en una amplia diversidad de campos de conocimiento. Estos repositorios fueron beneficiados por la Ley 26.899 de Repositorios Digitales Abiertos sancionada en 2013. Las publicaciones y los datos se abren a la *comunidad*, pero su objetivo no es la comunicación pública de la ciencia sino liberar el acceso a los resultados científicos generados por investigadores del sistema científico nacional.

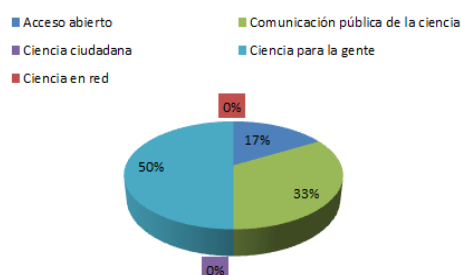
Existen además otros casos de acceso abierto como el del proyecto NOVA - Nuevo Observatorio Virtual Argentino - que conformado en 2009 recolecta y centraliza datos astronómicos ya procesados para integrar los datos a estándares internacionales, permitiendo su reutilización. Reúne datos astronómicos en forma de imágenes, espectros, catálogos, listas o tablas de mediciones fomentando la eficiencia y productividad en el acceso, manejo y análisis de observaciones astronómicas. En este mismo sentido, cabe destacar el caso de Pampa2 mencionado arriba.

Este proyecto pone en libre disponibilidad, los datos automáticos que producen las boyas instaladas en algunas de las lagunas en tiempo real (a los que puede acceder cualquier persona). También se habilita el acceso mediante solicitud previa las series de datos históricas.

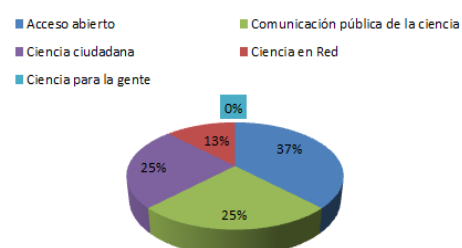
Humanidades y Ciencias Sociales



Agronomía



Ciencias Exactas y Naturales



Finalmente, analizando los campos de investigación con más casos, vemos que por un lado, en las *Humanidades y Ciencias Sociales*, no hay gran diversidad de prácticas de ciencia abierta, concentrándose fundamentalmente en *acceso abierto* y *comunicación pública de la ciencia*.

Por el contrario, encontramos que en Ciencias Exactas y Naturales, existe una diversidad de prácticas de ciencia abierta: incluyendo acceso abierto, comunicación pública de la ciencia, ciencia ciudadana y ciencia en red.

Por último, en Agronomía se destaca, como dijimos más arriba, la práctica de *ciencia para la gente*.

Conclusiones e Implicancias de política

Argentina es seño en la región en términos de políticas públicas para promover prácticas de apertura y colaboración desde la reglamentación de la Ley Argentina de Repositorios Digitales Abiertos en 2013. Esta ley le dio un espaldarazo al trabajo que ya venían realizando las bibliotecas de diversas instituciones científicas para difundir más abiertamente los resultados de la investigación científica. Este mismo empuje está logrando crecientemente la apertura de los datos científicos. Además, la política pública en ciencia y tecnología desde 2009 viene promocionando el uso común de instrumental adquirido con fondos públicos y también la generación de proyectos de investigación colaborativos entre diversos actores como científicos, empresas y sociedad civil.

Sin embargo, todavía resta camino por recorrer para poder aprovechar a fondo los beneficios de la apertura y colaboración en ciencia. Hay algunas etapas de la producción de conocimiento científico que siguen estando virtualmente cerradas a actores ajenos a cada equipo de investigación. Así, por ejemplo, la colaboración con ciudadanos en la recolección de datos es poco común, lo mismo que el uso de las TICs para producir conocimiento entre científicos de distintas disciplinas o laboratorios (i.e. ciencia en red); o la co-construcción de instrumental entre científicos y otros usuarios de conocimiento; o la evaluación abierta de pares, etc.

Se necesita empezar a pensar en nuevas herramientas y esquemas de incentivos que fomenten la colaboración en todas las etapas de producción de conocimiento científico. Es probable que este camino deba iniciarse por diseñar estrategias de comunicación que difundan los beneficios de la apertura y colaboración en ciencia, de modo de crear una masa crítica sobre la que trabajar con políticas de promoción de prácticas abiertas y colaborativas más osadas. Como hemos visto en este trabajo, la práctica de ciencia abierta, sus beneficios e implicancias no son bien conocidas por la comunidad científica local.

La comunicación de los beneficios de ciencia abierta podría realizarse mediante prácticas colaborativas que generen nuevas capacidades entrenando a otros para replicar dichos procesos colaborativos, viralizando los resultados. Por ejemplo, se pueden pensar instancias de discusión y debate que fomente la participación de científicos, hacedores de políticas, comunidades de prácticas especializadas en open source y el público en general. Algunas ejemplos de estas formas de discusión podrían ser jornadas de ciencia abierta interdisciplinarias entre científicos, talleres para el aprendizaje de herramientas y prácticas de ciencia abierta, hackathons de ciencia abiertos al público en general, construcción de espacios híbridos como makerspaces o fab labs que generen dinámicas de co-creación de conocimientos y tecnologías con expertos no-científicos (hackers, expertos en electrónica, artistas, etc.), entre otros.

Vimos también en este trabajo, que si bien las prácticas de ciencia abierta no son ampliamente conocidas, sí existe un creciente abanico de experiencias de ciencia abierta. Asimismo, identificamos que hay un grupo de científicos que tiene interés por estas prácticas y podría empezar a experimentar con ellas aunque no disponen aún de capacidades o apoyo institucional suficiente como para animarse. Este inconveniente se acentúa en aquellas etapas del proceso de investigación que no están cubiertas por políticas de ciencia abierta. Para dar solución a este problema es necesario avanzar en al menos tres sentidos. Por un lado, es preciso aprender de los casos y experiencias existentes de ciencia abierta en el país y en la región y, a partir de su análisis, elaborar guías de buenas prácticas y recomendaciones de política. En

segundo lugar, es preciso construir instrumentos que incentiven la experimentación con prácticas de ciencia abierta. Esto incluye el desarrollo de plataformas de colaboración online entre científicos, protocolos de liberación de datos, mecanismos que faciliten la interoperabilidad de datos entre diferentes disciplinas, licencias que permitan la colaboración abierta en la construcción de software e instrumental, desarrollo de nuevas herramientas de difusión e interacción con el público como juegos online, kits de medición de datos, plataformas de blogs científicos, etc. Por último, es preciso capacitar a los científicos en el uso de estas herramientas y facilitar la construcción de equipos indisciplinarios que incluyan expertos en comunicación, facilitación de grupos y gestión de bases de datos, entre otros.

Finalmente, el esquema de incentivos vigentes en la carrera de investigador se erige como un obstáculo para lograr una transformación de la producción científica hacia formas más abiertas y colaborativas. Ese sistema de incentivos se apoya fuertemente en el uso de indicadores bibliométricos, como por ejemplo la cantidad de artículos publicados durante determinado período. Como señalamos esto prioriza la competencia sobre la colaboración y el cientificismo y la fragmentación disciplinaria sobre la posibilidad de que todos podamos usar y crear conocimiento de forma colaborativa.

Para acercar la ciencia a la sociedad, es necesario hacer abrir el juego. Se pueden pensar diferentes herramientas como por ejemplo: promover la publicación en revistas de acceso abierto; evaluar positivamente la colaboración entre pares; valorar las actividades de comunicación y de intervención de la ciencia en la sociedad; y de la sociedad en la ciencia (por ejemplo, premiando el esfuerzo de hacer participar a actores sociales en la definición de agendas) y, en general, asegurar que todo sistema de evaluación use criterios diversos, transparentes y abiertos (ver por ejemplo el Manifiesto de Leiden). Las decisiones que se toman respecto de cómo evaluar desempeño y progresar en la carrera de investigador, condicionan la agenda de investigación (Bianco, et al, 2016), por lo tanto es fundamental pensar esquemas de evaluación que, además de cumplir con criterios internos de excelencia, tengan impacto en la realidad social, cultural, productiva y ambiental de cada contexto específico.

Referencias

- ARZA, V. y FRESSOLI, M. (2016). Benefits and obstacles of openness in science: an analytical framework illustrated with case study evidence from Argentina. Documento de Trabajo STEPS América Latina.
- ARZA, V., FRESSOLI, M. y LÓPEZ, E. (2016). Ciencia abierta en Argentina: un mapa de experiencias actuales. Mimeo actualmente en revisión en Revista Científica.

- BARTLING, S., y FRIESIKE, S. (2014). Towards another scientific revolution. In S. BARTLING y S. FRIESIKE (Eds.), *Opening Science* (pp. 3-5): Springer International Publishing.
- BENKLER, Y., SHAW, A. y HILL, B. (2015). Peer Production: A Modality of Collective Intelligence. In *Handbook of Collective Intelligence*, edited by Thomas Malone and Michael Bernstein. MIT Press, Cambridge, Massachusetts., 1-27. Retrieved from http://mako.cc/academic/benkler_shaw_hill-peer_production_ci.pdf
- BIANCO, M., GRAS, N., y SUTZ, J., (2016). 'Academic Evaluation: Universal Instrument? Tool for Development?', *Minerva*, Vol., No. 1-23
- COMMISSION HIGH LEVEL EXPERT GROUP ON THE EUROPEAN OPEN SCIENCE CLOUD (2016). A Cloud on the 2020 Horizon. Retrieved from [http://ec.europa.eu/research/openscience/pdf/hleg/hleg-eosc-first-report_\(draft\).pdf#view=fit&pagemode=none](http://ec.europa.eu/research/openscience/pdf/hleg/hleg-eosc-first-report_(draft).pdf#view=fit&pagemode=none)
- DASGUPTA, P., & DAVID, P. (1994). Toward a New Economics of Science. *Research Policy*, 23(5), 487-521.
- FRANZONI, C. y SAUERMAN, H. (2014). Crowd science: The organization of scientific research in open collaborative projects. *Research Policy*, 43(1), 1-20. <http://doi.org/10.1016/j.respol.2013.07.005>
- FRESSOLI, M. y ARZA, V., (2016). Ciencia abierta en Argentina. Los procesos de apertura y sus desafíos. Mimeo actualmente en revisión en Revista Científica.
- HESS, D. J. (2007). *Alternative pathways in science and industry: activism, innovation and the environment in an era of globalization*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- KREIMER, P. (1998). Ciencia y periferia: una lectura sociológica. In M. M. (ED.) (Ed.), *La historia de la ciencia en el siglo XX* (pp. 187 - 207). Buenos Aires: Manantial.
- MARTIN, B. (2005). Strategies for alternative science. In S. FRICKLEL y K. MOORE (Eds.), (pp. 272-298). Madison: University of Wisconsin Press.
- MAZZOLENI, R., y NELSON, R. R. (2007). Public research institutions and economic catch-up. *Research Policy*, 36(10), 1512-1528.
- MERTON, R. (1977). *La sociología de la ciencia*. Madrid: Alianza.
- MERTON, R. K. (1957). Priorities in scientific discovery. A chapter in sociology of science. *American Sociological Review*, 22(6), 635 - 659.
- MOORE, K. (2006). Powered by the people: scientific authority in participatory science. In S. Frickel y K. Moore (Eds.), *The new political sociology of science. Institutions, networks and powers* (pp. 299-325). Madison: The University of Wisconsin Press.
- MOWERY, D. C. (1995). The Practice of Technology Policy. In P. STONEMAN (Ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change* (pp. 513-557). Oxford: Blackwell.
- NELSON, R. R. (2004). The market economy, and the scientific commons. *Research Policy*, 33(3), 455-471.
- NIELSEN, R. (2012). Reinventing Discovery. The new era of networked science. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). Princeton: Princeton University Press. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- (OECD), O. for E. C. and D. (2015). Making Open Science a Reality. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1787/5jrs2f963zs1-en>
- OROZCO, A., Chavarro, D. A (2010). Robert K. Merton (1910-2003) La ciencia como institución [https://res.uniandes.edu.co/view.php/667/index.php?id=667]. *Revista de Estudios Sociales*, 37, 143 - 162.
- PEARCE, J. M. (2012). Building Research Equipment with Free, Open-Source Hardware. *Science*, 337(6100), 1303-1304. <http://doi.org/10.1126/science.1228183>
- RIN NESTA. (2010). Open to All? (Vol. 1). Retrieved from <http://www.rin.ac.uk/our-work/data-management-and-curation/open-science-case-studies>

- ROSSEL, C. (2016). The World Bank Open Access policy, (c), 3–5. Retrieved from <http://otwartanauka.pl/analysis/nauka-otwartosc-swiat/polityka-otwartosci-banku-swiatowego/the-world-bank-open-access-policy>
- SONNENWALD, D. H. (2007). Introduction Scientific Collaboration: A Synthesis of Challenges and Strategies. *Annual Review of Information Science and Technology*, 41 (January 2006), 643–681. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=?doi=10.1.1.128.5805>
- STEPHAN, P. (2010). The economics of science. In E. B. H. HALL & N. ROSENBERG (Ed.), *E Handbook of the Economics of Innovation* (1 ed., Vol. 1): Elsevier B.V.
- STODDEN, V. (2010). Open science: Policy implications for the evolving phenomenon of user-led scientific innovation. *Journal of Science Communication*, 9(1), 1–8.
- VARSAVSKY, O. (1969). *Ciencia, Política y Cientificismo*. Buenos Aires: CEAL.
- WAGNER, C. S. (2009). *The new invisible college: Science for development*. Brookings Institution Press.
- WIGGINS, A., y CROWSTON, K. (2011). *From Conservation to Crowdsourcing: A Typology of Citizen Science*. Paper presented at the Paper presented at System Sciences (HICSS), Hawai.