

Prácticas de apertura del conocimiento científico desarrolladas por investigadores de ingeniería y tecnología en Colombia*

Resumen

El objetivo de este artículo fue analizar las prácticas de ciencia abierta utilizadas por investigadores colombianos de las áreas de ingeniería y tecnología, los cuales hicieron parte de una investigación que generó la base empírica para la formulación de la Política Pública Nacional de Ciencia Abierta en Colombia. La metodología fue de enfoque cuantitativo, la investigación fue descriptiva, apoyada en una encuesta y sustentada en un cuestionario que respondieron 978 investigadores. Los principales resultados señalan que, en cuanto al conocimiento científico abierto, las prácticas que más se utilizan son el acceso libre a bases de datos y revistas propias de acceso abierto. Llama la atención los bajos porcentajes que obtuvieron los datos de investigación y la publicación de software, hardware y código fuente. En relación con las infraestructuras para la ciencia abierta, las prácticas más usuales fueron los repositorios institucionales y las redes académicas; queda pendiente el incremento del uso de plataformas innovadoras para compartir el conocimiento, bajo la premisa de bien común. La práctica más usada sobre la participación abierta de los agentes sociales fue el intercambio y la cocreación de investigadores y la ciudadanía para el desarrollo de proyectos de investigación. Las acciones relacionadas con el diálogo abierto a otros sistemas de conocimiento fueron el componente que se reportó con menor frecuencia. Entre las conclusiones se señala la necesidad de fortalecer la formación para que los investigadores se apropien de plataformas para la gestión de la información científica bajo los principios de colaboración, apertura e inclusión.

Palabras clave: ciencia abierta; investigación en ingeniería; investigación en tecnología; prácticas de apertura del conocimiento.

Cómo citar este artículo: Vallejo, Ruth; Pirela, Johann (2025). Prácticas de apertura del conocimiento científico desarrolladas por investigadores de ingeniería y tecnología en Colombia. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 48(2), e358245. <https://doi.org/10.17533/udea.rib.v48n2e358245>

Recibido: 2024-09-01/ **Aceptado:** 2025-04-03

Ruth Helena Vallejo Sierra

Doctora en Documentación por la Universidad de Salamanca. Magíster en Administración por la Universidad Nacional de Colombia. Bibliotecóloga y archivera por la Universidad de La Salle. Bogotá-Colombia. Coordinadora del Proyecto Curricular: Archivística y Gestión de la Información Digital de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. rhvallejos@udistrital.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-3713-0285>

Johann Pirela Morillo

Doctor en Bibliotecología y Estudios de la Información por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Posdoctor en Ciencias Humanas, doctor en Ciencias Humanas, magíster en Educación. Mención: Currículo, licenciado en Bibliotecología y Archivística por la Universidad del Zulia. Magíster en Museología por la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Docente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. jepirela@unisalle.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-1492-6053>

* Este artículo deriva de la investigación *Prácticas de ciencia abierta de los investigadores colombianos*, financiada por el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación de Colombia. https://redcol.minciencias.gov.co/themes/redcol/images/files/Investigacion_Practicas_de_apertura_V1_final.pdf.

Open Knowledge Practices Developed by Engineering and Technology Researchers in Colombia

The objective of this article was to analyze open science practices used by Colombian researchers in the fields of engineering and technology, who participated in a study that provided empirical input for the formulation of Colombia's National Open Science Policy. A quantitative, descriptive approach was used, supported by a survey answered by 978 researchers. The most common open science practices were open access to databases and journals. Notably low usage was reported for research data, software, hardware, and source code publication. The most common open science practices were open access to databases and journals. Notably low usage was reported for research data, software, hardware, and source code publication. Regarding open science infrastructures, institutional repositories and academic networks were the most used, while the adoption of innovative platforms for knowledge sharing remains limited. The most frequent open participation practice was researcher-citizen collaboration in research projects. Open dialogue with other knowledge systems was the least reported component. The findings highlight the need to strengthen training so that researchers can adopt platforms for scientific information management based on collaboration, openness, and inclusion.

Keywords: Open science; engineering research; technology research; open knowledge practices.

1. Introducción

Hoy día, los escenarios de producción, circulación y apropiación social del conocimiento científico están transitando hacia la incorporación de la ciencia abierta. Esta se concibe como un conjunto de movimientos y prácticas orientadas a procesos de mayor horizontalidad entre quienes generan información, producto de investigaciones, y quienes la requieren para la superación de los problemas sociales, no solo para aquellos que se enfocan en el incremento de los acervos de saberes científico-tecnológicos. De este modo, cada área del conocimiento, tomando en cuenta su naturaleza epistemológica y práctica, puede aportar para que la apertura sea una realidad en los diferentes contextos académicos y científicos. Es así como las áreas de ingeniería y tecnología podrían ofrecer a estas prácticas científicas una

gran variedad de desarrollo tecnológico e infraestructuras físicas y virtuales, con el fin de crear un entorno digital apropiado para el intercambio de conocimiento y la colaboración.

Se espera entonces que la apertura tenga un impacto alto en las prácticas científicas de las diversas disciplinas. Los estudios han demostrado que en el caso de la ingeniería la publicación en acceso abierto se cita de 2 a 2,3 veces más que en otras áreas (Jácome et al., 2023). En el caso de la gestión de datos, Mendez et al. (2020) se refieren a la transparencia, la credibilidad, la reproducibilidad y los altos índices de participación con más del 50 % de los autores que divulgan sus datos en el caso de la ingeniería de software.

En el marco de estos argumentos iniciales, las aproximaciones conceptuales sobre la ciencia abierta se han desplazado desde concebirla más allá del acceso abierto hasta la ampliación de su perspectiva, incluido el compromiso de la ciencia con la sociedad, el reconocimiento y valoración de los saberes ancestrales y tradicionales y de los sistemas de conocimiento, así como involucrar diversidad de actores en la cocreación, comunicación y consumo del conocimiento científico.

Como complemento a lo anterior, existe una abundante literatura sobre los inicios, giros y diversificación de este enfoque que encarna nuevos modelos y un conjunto de estrategias para producir, gestionar y utilizar el conocimiento. En el ámbito internacional, se mencionan importantes documentos, como la *Conferencia Mundial de la Ciencia del Siglo XXI* (Unesco, 1999), los lineamientos expuestos por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2021), la consulta pública *Ciencia 2.0, Ciencia en transición* (Comisión Europea, 2014) y el *Estudio preliminar sobre los aspectos técnicos, financieros y jurídicos relativos a la conveniencia de contar con una recomendación de la Unesco sobre la ciencia abierta* (Unesco, 2019), que exponen apuestas de orden conceptual y metodológico para orientar los procesos de formulación de políticas y acciones para que en diferentes latitudes se diseñen e implementen mecanismos con el fin de abrir el proceso de investigación.

En el contexto latinoamericano, es pertinente mencionar que diferentes autores (Babini y Rovelli, 2020; Costa y Leite, 2016; De Filippo y D'Onofrio, 2019; Clinio

y Albagli, 2017; Fundación Karisma, 2018) abonaron a la construcción de una mirada crítica en relación con las prácticas de apertura de conocimiento como formas concretas para avanzar hacia procesos de producción de una ciencia con un mayor compromiso social y comunitario. Se destaca también la Declaración de la Asamblea General de CLACSO (2015) sobre el acceso abierto al conocimiento gestionado como un bien común. En esta se enfatiza la necesidad de garantizar que los repositorios, plataformas y publicaciones en acceso abierto sean interoperables para lograr un efecto multiplicador en la visibilidad y en el acceso a los resultados de investigaciones, lo cual acentúa el carácter de bien común del conocimiento científico.

En el caso particular de Colombia (Minciencias, 2022), también se cuenta con importantes avances en materia de ciencia abierta. La iniciativa Bioinformática es una de las diversas acciones que se han desarrollado. Se conformó desde el año 1999, mediante una alianza entre las Facultades de Ciencias e Ingeniería y el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia, con el propósito de generar estrategias para el manejo y análisis de datos, y la producción de información, lo que facilita el desarrollo y avance del conocimiento en áreas como genética, biología molecular, ingeniería genética y biotecnología, entre otras, (Universidad Nacional de Colombia, 2019). Otro antecedente importante, relacionado con los avances de ciencia abierta, es la Biblioteca Digital Colombiana (BdCOL) y la Red Federada de Repositorios Institucionales de Publicaciones Científicas (LA Referencia). En este mismo contexto debe mencionarse la I2D Infraestructura Institucional de Datos e Información, la implementación de Biomodelos del Instituto Humboldt, el Sistema Nacional de Acceso Abierto al Conocimiento (SNAAC) y, desde luego, la Red Colombiana de Información Científica.

Como referentes claves que orientaron el proceso de operacionalización y dimensionamiento de la variable *prácticas de apertura de conocimiento*, se tiene, además de los mencionados, la concepción de *ciencia abierta*, definida como el conjunto de diversos movimientos y prácticas que tienen el objetivo de lograr que los conocimientos científicos estén disponibles, accesibles y reutilizables para todos, lo cual se constata también en los aspectos y componentes de la ciencia abierta señalados por la Unesco (2021): conocimiento científico

abierto, infraestructuras de la ciencia abierta, participación abierta de los agentes sociales y diálogo abierto con otros sistemas de conocimiento.

En el caso de las infraestructuras, se hace referencia a las infraestructuras de investigación compartidas, virtuales o físicas, en particular los grandes equipos científicos o conjuntos de instrumentos. También se hace referencia a los recursos basados en el conocimiento, como las colecciones, las revistas y las plataformas de publicación de acceso abierto, los depósitos, los archivos y los datos científicos, y los sistemas de información de investigación (Unesco, 2021).

Teniendo presente las definiciones y componentes de la ciencia abierta, y la investigación sobre las prácticas de ciencia abierta de los investigadores colombianos (Vallejo, 2023), que sirvió de base para la formulación de la Política Nacional de Ciencia Abierta 2022-2031 (Minciencias, 2022), en este documento se analizan las prácticas de apertura del conocimiento científico que las áreas de ingeniería y tecnología han incorporado en la producción y circulación del conocimiento, sobre todo aquellas relacionadas con las infraestructuras para la ciencia abierta, en virtud de que, considerando su formación, este grupo de científicos es el que debe mostrar mayores grados de apropiación y uso de este tipo de plataformas y servicios.

Cabe destacar que cada área de conocimiento puede aportar a la consolidación del modelo de apertura de la ciencia, considerando la naturaleza estructuradora de cada campo. De este modo, los investigadores del área de humanidades pueden abonar a la comprensión filosófica, ética y política de los componentes de la ciencia abierta, tal y como fue expresado por Vallejo y Pirela (2024). Los investigadores del área de ciencias sociales, con sus acciones de producción de conocimiento sustentadas en metodologías de interacción social, también ayudan a reconocer la importancia de los agentes sociales en los procesos de coconstrucción del conocimiento situado y vinculado en racionalidades con las cuales se plantean lecturas propias de los territorios y sus formas de resolución de problemas. Los investigadores de las áreas de ingeniería y tecnología pueden contribuir a la mejora permanente de las infraestructuras para la ciencia abierta, las cuales deben estar orientadas a permitir procesos más horizontales, dialógicos, colaborativos y

participativos para avanzar hacia una ciencia mucho más cercana a las realidades y problemas que deben ser atendidos con especial prioridad.

2. Metodología

Para el logro del objetivo general de la investigación, se definió una metodología de enfoque cuantitativo, con tipo de investigación descriptiva, la cual se apoyó en una encuesta sustentada en un cuestionario estructurado dirigido a investigadores colombianos de las áreas de ingeniería y tecnología. La encuesta se envió en el periodo enero-abril 2021 desde el correo institucional de Minciencias, de acuerdo con los datos registrados en la Plataforma Scienti (CvLac). El procesamiento de datos fue gestionado mediante herramientas de estadística descriptiva e inferencial. El tamaño de la muestra total fue de 2331 investigadores, tuvo el 95 % de confianza y fue calculado para una población de 79 873 investigadores (Vallejo, 2023).

Se constató que los académicos de las áreas de ingeniería y tecnología ocuparon el segundo lugar en cuanto al grupo de investigadores de los cuales se recibieron más respuestas (978 en total). Se tuvo en cuenta además el análisis que los autores de este artículo vienen realizando para identificar si los investigadores colombianos de cada una de las áreas de conocimiento tienen diferencias o similitudes en sus prácticas de apertura, para contar con fuentes que respalden el desarrollo de estrategias de sensibilización y desarrollo de habilidades y competencias en ciencia abierta, así como difundir los resultados en publicaciones académicas que sean de interés por cada área. Se considera importante evidenciar el análisis del comportamiento de los investigadores de ingeniería y tecnología, por cuanto este grupo de académicos tiene una alta potencialidad para apoyar los procesos de implementación de la ciencia abierta en el país, sobre todo en lo que concierne al componente de infraestructuras para la ciencia abierta.

Los aspectos que se incluyeron en el cuestionario fueron el perfil de los investigadores y las prácticas de ciencia abierta que se privilegian: conocimiento científico abierto, infraestructuras para la ciencia abierta, participación abierta de agentes sociales y diálogo abierto con otros sistemas de conocimiento. De igual manera, se indagó por las principales barreras institucionales para la

adopción de prácticas de ciencia abierta, así como también los obstáculos fundamentales que son percibidos por los investigadores y la priorización de acciones de política de ciencia abierta.

3. Resultados

En cuanto al perfil de los investigadores que respondieron la encuesta de las áreas de ingeniería y tecnología, se encontró alta formación académica: 715 investigadores cuentan con maestría y doctorado. Respecto al grupo etario, la mayor parte se ubica en el rango de 28 a 44 años. La experiencia investigativa se ubicó con mayor frecuencia entre 5 y 20 años. Las categorizaciones como investigadores, por parte de Minciencias, que más frecuencia obtuvieron fueron las de junior y asociado, y se evidenció un porcentaje importante que no aparece categorizado. De los investigadores que respondieron el cuestionario, solo 21 académicos están ubicados en la categoría de senior. En síntesis, el perfil de los científicos de las áreas de ingeniería y tecnología que respondieron se caracteriza por una alta formación académica, entre mediana y alta experiencia investigativa y la categorización de junior.

En cuanto a las prácticas de ciencia abierta que los investigadores de las áreas de ingeniería y tecnología consideran las más utilizadas en sus instituciones está el conocimiento científico abierto: acceso libre a bases de datos (49 %), revistas propias de acceso abierto (44 %) y publicación abierta de libros (32 %). Estos resultados ratifican la implementación de prácticas en otras áreas de conocimiento, aunque llama la atención el bajo uso de la publicación abierta de los datos de investigación (44 %), la publicación de software, hardware y código fuente (46 %) y el uso de *preprints* (56 %). Esto abre una interesante línea de trabajo para los investigadores de ingeniería y tecnología (Figura 1).

La participación abierta de los agentes sociales es uno de los componentes que están tomando auge en la perspectiva de la ciencia abierta. Los investigadores de ingeniería y tecnología utilizan algunas de las prácticas que hacen parte de este componente. La más usada por estos fue el intercambio y cocreación de investigadores y ciudadanía para el desarrollo de proyectos de investigación (42 %), y la menos utilizada, la construcción

de la agenda de investigación con la ciudadanía (40 %). Esto representa una oportunidad para fortalecer la formación en investigación en ciencia abierta, en términos de generar un conocimiento con mayor impacto social en las áreas de ingeniería y tecnología.

En relación con el diálogo abierto con otros sistemas de conocimiento, es preciso resaltar que este fue el componente con menos frecuencia en las prácticas privilegiadas por los investigadores. En este sentido, se constata que el 40 % de los investigadores que respondieron el cuestionario mencionaron que no utilizan ninguna de las opciones: reconocimiento y valoración de los saberes ancestrales y tradicionales, así como la valoración del sistema de conocimiento de las comunidades indígenas, negras, afrocolombianas, raizales, palenqueras, ROM, campesinas y locales (INARPRCL de Colombia).

En cuanto a las prácticas de comunicación científica abierta que más utilizan son la participación en expo-

siciones, coloquios y conferencias abiertas (54 %) y el diseño de comunicaciones en medios sociales (37 %). Las de menor uso fueron la participación de relaciones públicas de los centros de investigación (43 %) y la participación en listas de distribución (57 %). La práctica de mayor frecuencia sobre la comunicación científica abierta se repite en otros grupos de académicos incluidos en el estudio; se observó la oportunidad de incrementar la comunicación por la vía de la divulgación científica.

En relación con las infraestructuras para la ciencia abierta, las más utilizadas fueron los repositorios institucionales o sistema de alojamiento de revistas (41 %), los identificadores persistentes como ORCID, Datacite (34 %) y la normalización de perfiles en redes académicas, como Academia y Researchgate (32 %). Las de menor frecuencia fueron las infraestructuras para gestionar los datos de investigación a lo largo de todo el ciclo del proceso (51 %) y los laboratorios abiertos (51 %).



Figura 1. Prácticas institucionales de ciencia abierta.
Fuente: elaboración propia.

Con estos resultados se pone de relieve la necesidad de aprovechar las competencias con las cuales cuentan los investigadores de ingeniería y tecnología para que puedan incorporar otras infraestructuras, además de las que ya se han masificado, como los repositorios e identificadores persistentes, lo que da paso a herramientas innovadoras como las de gestión de todo el proceso de producción de conocimiento (Figura 2).

En cuanto a las principales barreras a nivel institucional en la transición a la ciencia abierta, se destaca que la mayor parte de los investigadores consideran que no existen barreras institucionales; muestra de ello es que las frecuencias más altas fueron la falta de experiencia y personal capacitado en diferentes áreas de la ciencia abierta (30 %), conocimiento limitado a nivel institucional de los beneficios de la ciencia abierta (28 %) y

la ausencia de políticas y directrices a nivel nacional (28 %) (Figura 3).

En cuanto a las prácticas de apertura de los investigadores en ingeniería y tecnología en el proceso de investigación, en el diseño, las prácticas más utilizadas son la consulta de resultados de investigación en acceso abierto (Publish, Google Scholar Metrics, etc.) con el 38 % y las menos utilizadas son la consulta de repositorios públicos en búsqueda de información y los resultados de investigación con el 36 %. La construcción de la agenda de investigación se realiza con la ciudadanía interesada en los temas/problemas que se investigan (32 %) y la participación en convocatorias que privilegian el uso de prácticas de ciencia abierta (31 %) (Figura 4).

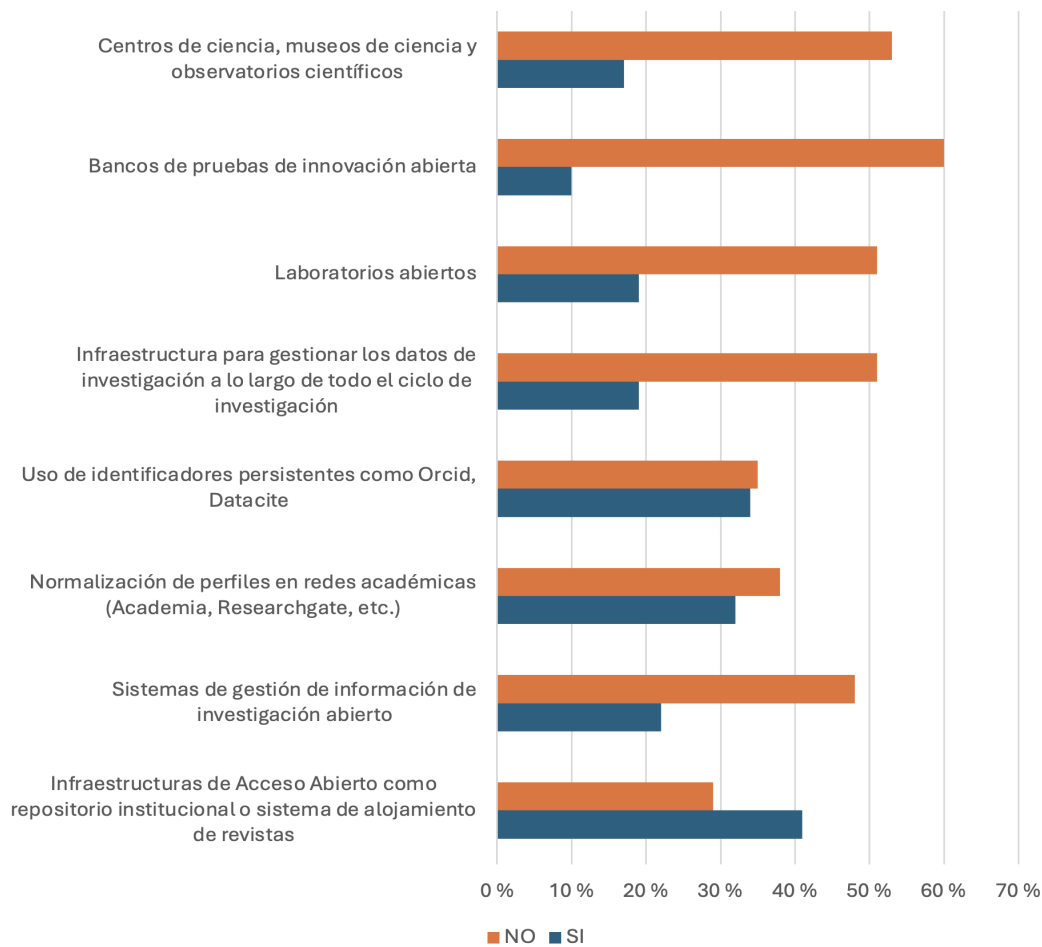


Figura 2. Infraestructuras institucionales para la ciencia abierta.

Fuente: elaboración propia.

En la recolección de datos, las usadas con mayor frecuencia son la consulta de repositorios públicos en búsqueda de información y resultados de investigación (36 %), el uso de software libre (software estadístico R, Python, etc.) y repositorios de *scripts* de software (Source Acces, Git Hub, etc.) (26 %) y el intercambio de información, datos o resultados de investigación con colegas o investigadores en el área de conocimiento (22 %); las de menor frecuencia son la réplica de métodos y técnicas de investigaciones similares disponibles en recursos abiertos (datos abiertos, software libre, etc.) (35 %) y la construcción de las técnicas e instrumentos de recolección de datos en la que participen académicos que integran redes de investigación (34 %).

En el desarrollo de la investigación, las prácticas más utilizadas son compartir la investigación utilizando herramientas como Google Drive, Zoho, Box, SlideShare, Prezi, Scribd, etc. (34 %); el uso de gestores bibliográficos (Zotero, RefBase, etc.) (47 %); disponibilidad de los datos de sus investigaciones en recursos abiertos (29 %); y el uso de software libre (software estadístico R,

Python, etc.) y repositorios de *scripts* de software (Source Acces, Git Hub, etc.) (40 %). Las menos utilizadas son los cuadernos abiertos, que permiten crear notas de laboratorio en conjunto con datos crudos a medida que se realiza el trabajo de investigación (28 %), y el uso de metadatos para documentar y describir sus trabajos (esto facilita la localización, el procesamiento, administración y comprensión de la información compartida) (21 %).

En la comunicación y divulgación, las prácticas más utilizadas fueron construir el perfil de investigador (Google Académico, Orcid, Researcher ID, S) (29 %), el uso o actualización de redes académicas (Academia, Researchgate, etc.) (24 %) y la revisión por pares abiertos (22 %). Las menos utilizadas son el uso de los resultados de investigaciones por parte de la ciudadanía (33 %), la publicación de artículos en acceso abierto (25 %), el uso de redes sociales para comunicar resultados de sus investigaciones (27 %) y la elaboración de recursos educativos abiertos tales como cursos en línea o publicación (27 %).



Figura 3. No son barreras a nivel institucional en la transición a la ciencia abierta.

Fuente: elaboración propia.



Figura 4. Prácticas de los investigadores en el proceso de investigación.
Fuente: elaboración propia.

Los investigadores que respondieron el cuestionario expresaron que en general no existen obstáculos para asumir las prácticas de ciencia abierta (58 %), lo cual es una oportunidad importante para generar una cultura de apertura entre los investigadores de estas áreas (Figura 5).

En cuanto a las deficiencias del sistema científico actual, que los investigadores consideran que se superarían con la ciencia abierta y con las que están totalmente de acuerdo, se encuentra el acceso restringido a la difusión y el retraso de los resultados académicos que limitan la transferencia de conocimientos a los investigadores y otros miembros de la sociedad (96 %). La comunicación académica se ve limitada por las estructuras de incentivos actuales que privilegian la publicación de los resultados de investigación en revistas indexadas (91 %) y el acceso limitado a los recursos y productos

científicos que pueden disminuir la eficacia y productividad del sistema de investigación (92 %).

También consideran que una política de ciencia abierta permitiría mayor fomento de la apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación (90 %) y una ciencia más eficiente al compartir publicaciones, datos y procedimientos (90 %) (Figura 6).

Por último, se considera que las acciones de política prioritarias son invertir en recursos humanos, educación, alfabetización digital y desarrollo de capacidades para la ciencia abierta (72 %), promover que los principios de la ciencia abierta sean aplicados a la investigación financiada con fondos públicos (70 %) y promover la cooperación internacional y multipartita en el contexto de la ciencia abierta, con el fin de reducir las brechas digitales y de conocimiento (66 %) e invertir en infraestructuras técnicas, digitales y en servicios conexos a la ciencia abierta (69 %).

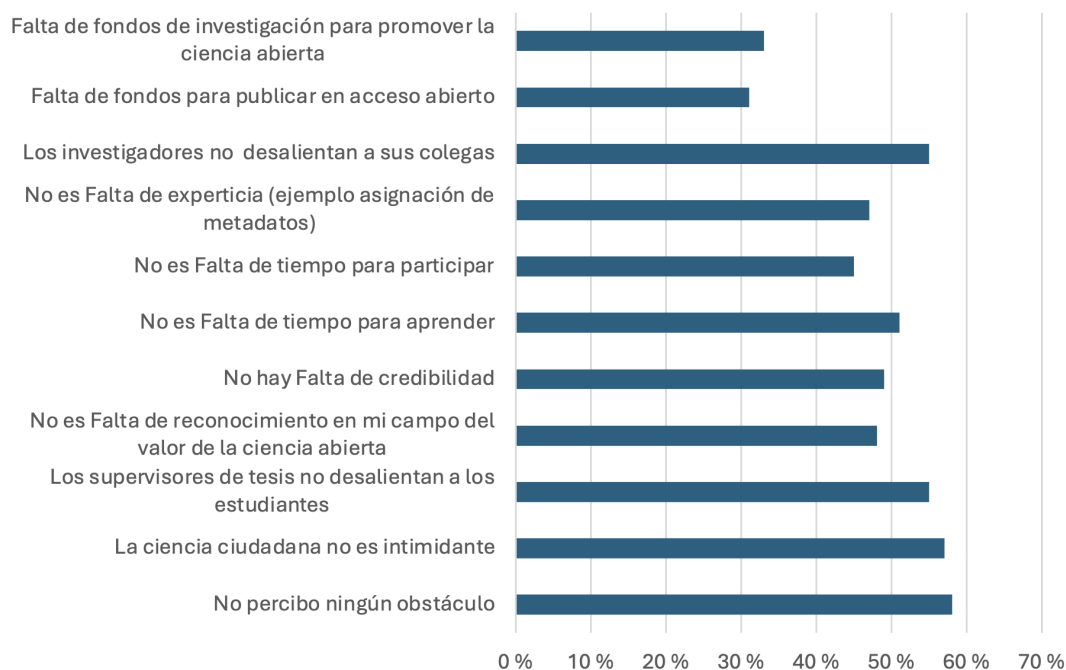


Figura 5. Posibles obstáculos para la adopción de prácticas de ciencia abierta.

Fuente: elaboración propia.

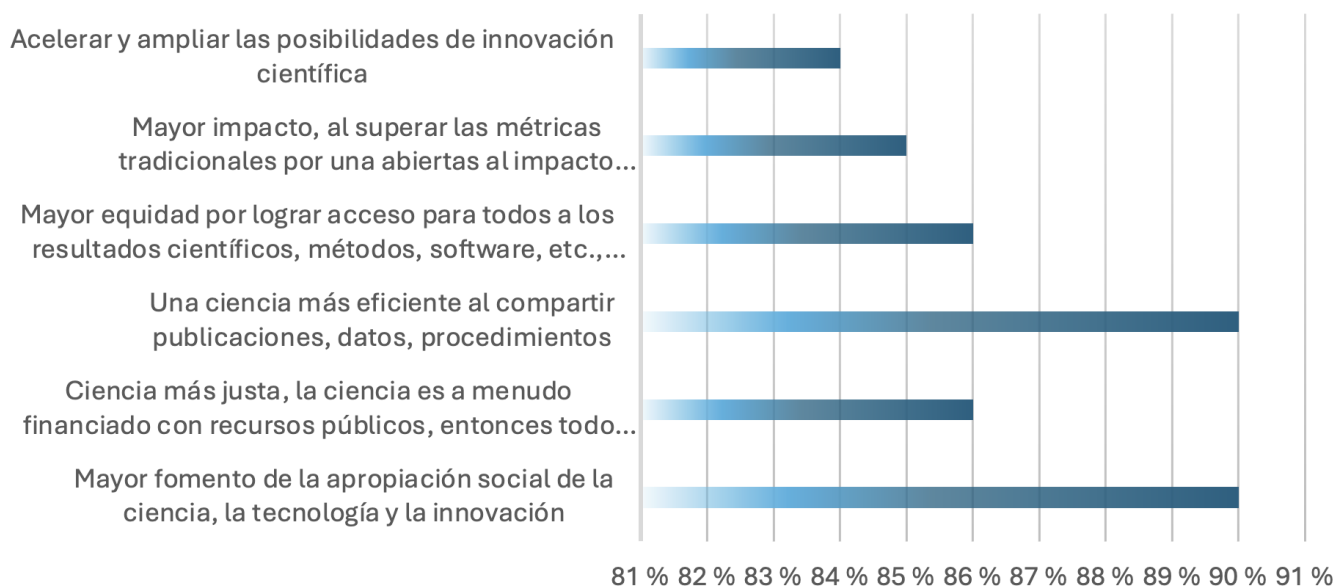


Figura 6. Política de ciencia abierta.

Fuente: elaboración propia.

4. Discusión

El objetivo de este artículo fue analizar las prácticas de apertura de conocimiento científico utilizadas por investigadores de las áreas de ingeniería y tecnología. Es un ejercicio previo en la comprensión de cuál es el camino más idóneo para generar una cultura de apertura en los investigadores de estas áreas del conocimiento. El estudio permitió identificar que se requiere fortalecer y formar en las diferentes prácticas tanto en cada uno de los componentes de la ciencia abierta como en su uso en cada uno de los procesos de investigación.

Luego de haber desarrollado la investigación, se plantea como proyección para futuros estudios la incorporación de estrategias metodológicas y técnicas sustentadas en opciones cualitativas. Esto complementaría la perspectiva de análisis por la vía de la triangulación de información, con el fin de comprender con mayor profundidad los sentidos y contextos de la implementación de la ciencia abierta como una práctica habitual en los procesos de investigación científica.

Las principales prácticas utilizadas por los científicos de este campo de conocimiento se relacionan con el uso de bases de datos, repositorios y otros recursos, pero hace falta una mayor apropiación de plataformas innovadoras para la gestión de la información científica en ingeniería y tecnología. Sobre los principales obstáculos que habrá que superar para la adopción de la ciencia abierta como práctica habitual en la producción de conocimiento, se identificaron los estímulos institucionales, así como contar con fondos para promover el conjunto de prácticas en el marco de las apuestas del conocimiento científico abierto. Será necesario realizar esfuerzos conjuntos entre la academia, los gestores de ciencia y tecnología y los demás agentes del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación con el fin de desarrollar competencias y experticia para incorporar las prácticas de ciencia abierta, sobre todo en ingeniería y tecnología. Estas áreas tienen el potencial de aportar al uso de plataformas para que el conocimiento sea considerado como un bien común.

En cuanto a las infraestructuras abiertas, a nivel institucional el desarrollo es muy bajo, lo cual puede afectar directamente la adopción de los demás componentes de la ciencia abierta y las condiciones que facilitan su

adopción. No es posible, por ejemplo, transformar los modelos de evaluación de los investigadores sin contar con sistemas de información de investigación lo suficientemente robustos para obtener información de la trayectoria del investigador, sus redes o sus líneas de investigación; elementos que hoy se consideran claves para valorar la carrera científica desde perspectivas diferentes al lugar donde publican sus resultados de investigación.

Las prácticas individuales sobre el uso de infraestructuras abiertas por investigadores de las áreas de ingeniería y tecnología son bajas al igual que en las demás áreas de conocimiento. Esto implica que se deben fortalecer las habilidades y el conocimiento, por ejemplo, en el uso de gestores bibliográficos, repositorios institucionales y otras redes de colaboración de acceso abierto: software y repositorios de *scripts* de software; diseños o tecnologías de hardware libre; plataformas de colaboración científica; cuadernos abiertos; y aprender a compartir la investigación usando herramientas como Google Drive, Zoho, Box, SlideShare, Prezi, Scribd, entre otras. También se debe potenciar el uso de metadatos para documentar y describir los trabajos, realizar planes de gestión de datos para garantizar su calidad, su preservación, para poder compartirlos y que se puedan realizar publicaciones con licencias abiertas tipo *creative commons*.

Estos hallazgos también evidencian que las estrategias para su adopción deben tener diversos alcances:

- En este sentido, se precisa continuar indagando para avanzar hacia la construcción de una cultura de ciencia abierta, lo cual implica la sensibilización de autoridades, formuladores de políticas académicas institucionales, gestores de investigación, docentes, investigadores y semilleros de investigación. Es clave, además, la contribución de bibliotecólogos y archivistas como profesionales responsables de los procesos de gestión de la información científica. Estos actores deben participar en procesos de formación situada y contextualizada, tomando en cuenta las prácticas que se identificaron como poco utilizadas.
- Otro aspecto crucial en el cual se debe profundizar es la construcción colectiva de un modelo de go-

bernanza en las instituciones que permita clarificar las estrategias y criterios orientados a la gestión del patrimonio científico, conformado por datos e información académica en las áreas de ingeniería y tecnología.

- Asimismo, es importante configurar mecanismos que permitan crear estímulos y beneficios para los investigadores de estas áreas, de modo que la apertura, la inclusión y la colaboración sean criterios que orienten los procesos científicos y de producción de conocimiento.
- Finalmente, es fundamental el fortalecimiento de las infraestructuras institucionales que ofrezcan servicios virtuales y físicos, con lo cual se garantice el acceso, intercambio y comunicación de la información científica en las áreas de ingeniería y tecnología.

Contribución de los autores

Ruth Helena Vallejo Sierra: conceptualización, investigación, escritura.

Johann Enrique Pirela Morillo: investigación, metodología, escritura.

Financiamiento

El proyecto, cuyos datos se reportan en este artículo, relacionado con los investigadores de las áreas de ingeniería y tecnología fue financiado por el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación de Colombia como parte la investigación *Prácticas de ciencia abierta de los investigadores colombianos*.

5. Referencias

1. Babini, Dominique; Rovelli, Laura (2020). *Tendencias recientes en las políticas científicas de Ciencia Abierta y acceso abierto en Iberoamérica*. CLACSO; Fundación Carolina.
2. Clinio, Anne; Albagli, Sarita (2017). Cadernos abertos de access gias e publicações líquidas: novas access gias literárias para uma Ciência Aberta. *Revista Eletrônica de Comunicação*, 11, 1-17. <https://doi.org/10.29397/reciis.v11i0.1427>
3. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (2015). *Declaración de la Asamblea General de CLACSO sobre el acceso abierto al conocimiento gestionado como un bien*. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20201120010908/Ciencia-Abierta.pdf>
4. De Filippo, Daniela; D'Onofrio, María Guillermina (2019). Alcances y limitaciones de la Ciencia Abierta en Latinoamérica: análisis de las políticas públicas y publicaciones científicas de la región. *Hipertext.net*, (19), 32-48. <https://doi.org/10.31009/hipertext.net.2019.i19.03>
5. Comisión Europea (2014). *Consulta pública de la Comisión Europea sobre Ciencia 20: ciencia en transición*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_14_761
6. Costa, Michelli Pereira da; Leite, Fernando César Lima (2016). Open access in the world and Latin America: A review since the Budapest Open Access Initiative. *Transinformação*, 28(1), 33-46. <https://doi.org/10.1590/2318-08892016002800003>
7. Fundación Karisma (2018). *Declaración de Panamá sobre Ciencia Abierta*. <https://Web.karisma.org.co/declaraciondepanama/>
8. Jácome, Sandra; Ayala, Joel; Granados; Crispín, Yoen. (2023). La ciencia abierta, diferentes perspectivas y tres experiencias universitarias. *Cultura y ciencia abierta en la sociedad moderna*. *Revista Vinculando*, 21(2) <https://vinculando.org/educacion/ciencia-abierta-tres-experiencias-universitarias-cultura-y-ciencia-abierta.html>
9. Mendez, Daniel; Graziotin, Daniel; Wagner, Stefan; Seibold, Heidi (2020). Open Science in Software Engineering. En Michael Felderer; Guilherme Horta Travassos (Eds.), *Contemporary empirical methods in software engineering* (pp. 477-501). Springer. <https://bth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1558632&dsid=7721>
10. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia (2022, 3 de agosto). Por la cual se adopta la política Nacional de Ciencia Abierta 2022-2031 del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. [Resolución 0777 de 2022]. Bogotá. <https://minciencias.gov.co/normatividad/resolucion-0777-2022>
11. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2021). *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2021: Times of Crisis and Opportunity*. OCDE Publishing. <https://doi.org/10.1787/75f79015-en>.
12. Universidad Nacional de Colombia. (16 de octubre de 2019). Bioinformática. <http://ibun.unal.edu.co/index.php/ct-menu-item-24>

13. Unesco (1999). *Conferencia Mundial sobre la Ciencia del Siglo XXI*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000122938_spa
14. Unesco (2019). Estudio preliminar sobre los aspectos técnicos, financieros y jurídicos relativos a la conveniencia de contar con una recomendación de la UNESCO sobre la Ciencia Abierta. *Documento de trabajo*. 40C/63.
15. Unesco (2021). *Recomendación de la Unesco sobre la ciencia abierta*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949_spa
16. Vallejo, Ruth (2023). Prácticas de apertura del conocimiento utilizadas por los científicos colombianos en el proceso de investigación. *Revista de Ciencias Sociales*, 29, 305-326. <https://doi.org/10.31876/rcs.v29i.40466>
17. Vallejo, Ruth; Pirela, Johann (2024). Prácticas de ciencia abierta utilizadas por investigadores colombianos del área de las humanidades. *Investigación Bibliotecológica: Archivonomía, Bibliotecología e Información*, 38(100), 107-122. <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2024.100.58888>