



Facultad de
**Información y
Comunicación**



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Datos de investigación en abierto: desafíos en las ciencias ambientales
uruguayas y el posible rol asesor de las bibliotecas universitarias.

Trabajo final presentado para optar al título de grado de la licenciatura en Bibliotecología,
plan de estudio 2012

Estudiante:

Br. Germán Gabriel Isgró Groba

Tutora:

Mag. Lucía Alonso

Montevideo

2024

This work is licensed under CC BY-NC-ND 4.0. To view a copy of this license, visit

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Hoja de aprobación

El Tribunal docente, integrado por los abajo firmantes, aprueba el trabajo final de grado:

Título:.....

Estudiante/s.....

Carrera.....

Calificación:.....

Tribunal:

Prof.....

Prof.

Prof.

Fecha

Resumen

El objetivo de este trabajo final de grado fue el de conocer los desafíos que enfrentan los investigadores del campo multidisciplinar de las Ciencias ambientales en Uruguay a la hora de implementar prácticas vinculadas a los datos abiertos de investigación, así como las distintas iniciativas que las bibliotecas universitarias realizan o podrían realizar para auxiliarlos e incentivar los procesos de apertura de datos en la comunidad científica. Para ello, se desarrolló una metodología de investigación cualitativa que consistió en el análisis de los datos recabados a través de un cuestionario enviado a los investigadores del Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales (IECA) (Udelar) y de una entrevista con informantes calificados en la biblioteca universitaria de la Facultad de Ciencias (Udelar). Los principales resultados obtenidos muestran que las bibliotecas universitarias uruguayas relacionadas al área del conocimiento de las ciencias ambientales aún no han implementado iniciativas de Gestión de Datos de Investigación (GDI), aunque sí muestran una valoración favorable de los postulados de la ciencia abierta. Los investigadores de ciencias ambientales comparten y reutilizan datos de investigación con mucha frecuencia. Valoran muy positivamente la importancia de los datos abiertos en cuanto a su capacidad para disminuir la duplicación de esfuerzos, permitir que se generen varios abordajes a partir de un mismo set de datos, y mejorar el monitoreo del ambiente. Además, mencionaron que la falta de formación y la ausencia de reconocimiento por parte de las agencias evaluadoras constituían dificultades a la hora de compartir datos de investigación. En cuanto a la utilización de la biblioteca universitaria, un porcentaje menor de investigadores dijo haber acudido a ella para obtener asesoramiento en relación a las prácticas de datos abiertos de investigación. Aún así, la mayoría de los encuestados también expresó que, según su opinión, la biblioteca universitaria debería realizar acciones de GDI. La escasez de datos recabados a través del cuestionario y la entrevista permitieron un cumplimiento parcial del objetivo general planteado al comienzo de este trabajo. Aún así, se concluye que la valoración favorable de los postulados de la ciencia abierta promovidos por la biblioteca, junto con la perspectiva de los investigadores en cuanto a GDI en las bibliotecas universitarias, podrían indicar que en el futuro se realicen servicios relacionados con la temática y que estos sean bienvenidos por la comunidad de usuarios.

Palabras clave: Ciencia abierta; Datos abiertos de investigación; Biblioteca universitaria; Gestión de datos de investigación; Ciencias ambiental

Abstract

The objective of this final degree project was to understand the challenges faced by researchers in the multidisciplinary field of Environmental Sciences in Uruguay when implementing practices related to open research data, as well as the different initiatives that academic libraries carry out or could carry out to assist them and encourage data opening processes in the scientific community. To do so, a qualitative research methodology was developed that consisted of the analysis of data collected through a questionnaire sent to researchers at the Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales (IECA) (Udelar) and an interview with qualified informants at the academic library of the Facultad de Ciencias (Udelar). The main results obtained show that Uruguayan academic libraries related to the area of knowledge of environmental sciences have not yet implemented Research Data Management (RDM) initiatives, although they do show a favorable assessment of the postulates of open science. Environmental science researchers share and reuse research data very frequently. They highly valued the importance of open data in terms of its ability to reduce duplication of efforts, allow for the generation of various approaches from the same data set, and improve environmental monitoring. In addition, they mentioned that the lack of training and the absence of recognition by the evaluating agencies constituted difficulties when sharing research data. Regarding the use of the academic library, a smaller percentage of researchers said they had gone to it to obtain advice regarding open research data practices. Nevertheless, the majority of respondents also expressed that, in their opinion, the university library should carry out GDI actions. The scarcity of data collected through the questionnaire and the interview allowed a partial fulfillment of the general objective set out at the beginning of this work. Nevertheless, it is concluded that the favorable assessment of the open science postulates promoted by the library, together with the perspective of the researchers regarding GDI in academic libraries, could indicate that in the future services related to the subject will be carried out and that these will be welcomed by the user community.

Keywords: Open science; Open research data; University library; Research data management; Environmental science

Tabla de contenido

1. Introducción	6
2. Metodología	8
3. Marco Teórico	10
3.1. Ciencia abierta y datos de investigación científica	10
3.1.1. Ciencia abierta	10
3.1.2. Datos abiertos de investigación	14
3.2. Ciencias ambientales	20
3.2.1 Concepto y relevancia de sus estudios	20
3.2.2 Datos de investigación abiertos en ciencias ambientales	24
3.2.3 Ciencias ambientales e iniciativas de datos abiertos en el contexto uruguayo.	27
3.3. Bibliotecas universitarias	33
3.3.1 Características de la biblioteca universitaria	33
3.3.2 Biblioteca universitaria y datos abiertos de investigación.	37
4. Resultados	43
5. Análisis de los resultados	45
5.1 Análisis de las respuestas obtenidas a través del cuestionario enviado al IECA	45
5.1.1 Familiaridad de los investigadores de ciencias ambientales con el concepto de ciencia abierta y datos abiertos de investigación	45
5.1.2 Posturas existentes dentro de la comunidad científica de las ciencias ambientales en relación al movimiento de ciencia abierta y a los datos abiertos de investigación.	46
5.1.3 Prácticas científico-académicas de los investigadores de las ciencias ambientales relacionadas con los datos abiertos de investigación.	49
5.1.4 Desafíos y dificultades presentes en la apertura y reutilización de datos pertenecientes a las ciencias ambientales en el Uruguay.	51
5.1.5 Oportunidades e iniciativas para el fomento de la apertura y reutilización de datos de las ciencias ambientales en Uruguay.	53
5.1.6 Percepción de los investigadores de ciencias ambientales sobre la biblioteca universitaria en relación al proceso de apertura y reutilización de los datos	55
5.2 Análisis de los resultados obtenidos a través de la entrevista con la biblioteca universitaria de la Facultad de Ciencias	59
5.2.1 Familiaridad de la biblioteca universitaria con el concepto de ciencia abierta y datos abiertos de investigación.	59
5.2.2 Postura de la biblioteca universitaria en relación al movimiento de ciencia abierta y a los datos abiertos de investigación.	61
5.2.3 Percepción de la biblioteca universitaria sobre los desafíos y dificultades que atraviesan los investigadores de ciencias ambientales uruguayos a la hora de reutilizar y compartir datos de investigación.	62
5.2.4 Rol percibido de la biblioteca universitaria en relación a los datos abiertos de investigación.	62
5.2.5 Iniciativas que realiza o que planea realizar la biblioteca universitaria para auxiliar a los investigadores en la gestión de datos de investigación en abierto.	63
6. Conclusiones	64

1. Introducción

Este trabajo final de grado es realizado en el marco de la licenciatura en Bibliotecología dictada en la Facultad de Información y Comunicación, Udelar, con la intención de optar por el título de grado de licenciado en Bibliotecología.

El objetivo de este trabajo académico es el de conocer los desafíos que enfrentan los investigadores del campo multidisciplinar de las Ciencias ambientales en Uruguay a la hora de implementar prácticas vinculadas a los datos abiertos de investigación, así como las distintas iniciativas que las bibliotecas universitarias realizan o podrían realizar para auxiliarlos e incentivar los procesos de apertura de datos en la comunidad científica.

Para alcanzar este objetivo se diseñó una metodología cualitativa en la que se utilizaron dos herramientas de recolección de información: se envió un cuestionario a los investigadores pertenecientes al Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales (IECA) para conocer los desafíos que enfrentan a la hora de realizar prácticas relacionadas a los datos abiertos de investigación, y se realizó una entrevista en la biblioteca universitaria de la Facultad de Ciencias, Udelar, para recabar las iniciativas realizadas o que se planean realizar sobre la temática. Los datos recolectados fueron analizados cualitativamente en orden de obtener las conclusiones de este trabajo.

Los datos abiertos de investigación son un tipo de dato que puede ser utilizado, reutilizado y redistribuido por terceros siempre que se reconozca su autoría y vuelvan a ser compartidos libremente después de ser reutilizados y transformados (Travieso Rodríguez y Ferreira Araújo, 2018, p.2). La disponibilización de los datos generados en una investigación y utilizados para validar sus resultados, así como su reutilización por parte de otros investigadores y agentes externos a la comunidad científica, genera varios beneficios en la práctica científica: disminuye la duplicación de esfuerzos, aumenta la transparencia en los procesos de investigación, permite la existencia de varios abordajes científicos a partir de un mismo set de datos y genera nuevos ámbitos en que los científicos pueden cooperar.

Por otro lado, las ciencias ambientales son un campo de estudio multidisciplinar que tiene como objeto las distintas partes de la naturaleza, de las sociedades humanas y las relaciones existentes entre ellas, y surgieron en 1960 para intentar comprender y solucionar los problemas ambientales (Vázquez Rodríguez et al., 2014). Su carácter multidisciplinar y la

complejidad de su objeto de estudio hacen que se generen datos en gran cantidad y de características muy heterogéneas. Por lo tanto, la disponibilización de datos de investigación en las ciencias ambientales conlleva una serie de complejidades tales como la falta de uniformidad en el uso de terminologías, diferencias entre las disciplinas en cuanto al uso de metadatos e incluso en las unidades de medida.

En los últimos tiempos la biblioteca universitaria ha comenzado a desarrollar servicios, acciones y productos relacionados con el movimiento de la ciencia abierta y, en particular, con los datos abiertos de investigación. Las prácticas relacionadas a los datos abiertos tales como la citación correcta de sets de datos reutilizados en trabajos académicos, la elaboración de Planes de Gestión de Datos (PGD), la publicación en repositorios, la asignación de metadatos con la información contextual necesaria y las acciones de preservación digital, entre otras cuestiones, pueden ser actividades demandantes sobre las cuales muchas veces los investigadores no poseen la formación adecuada o el tiempo necesario para realizarlas. En este sentido, algunas bibliotecas universitarias han emprendido un rol auxiliar al desarrollar servicios relacionados a la Gestión de Datos de Investigación (GDI), tales como la formación de usuarios, la asignación de DOIs a los conjuntos de datos, su depósito en repositorios especializados y el apoyo en la búsqueda de conjuntos de datos, entre otras cuestiones.

Este trabajo final de grado busca identificar las posturas, inquietudes y problemáticas que poseen los investigadores del área de las ciencias ambientales en Uruguay en relación con la apertura y reutilización de los datos abiertos de investigación. Asimismo, se pretende conocer las iniciativas que la biblioteca universitaria pertinente al área de las ciencias ambientales implementó o planea implementar en relación a la temática de datos abiertos de investigación, así como sobre su posible rol auxiliar en la gestión de datos de investigación.

En primer lugar se presenta la metodología utilizada en este trabajo. Luego, se presenta el marco teórico construido a partir de la revisión bibliográfica, el cual cubre los tres ejes temáticos de este trabajo final de grado: ciencia abierta y datos abiertos de investigación, ciencias ambientales y bibliotecas universitarias. Finalmente, se presentan los resultados obtenidos a través de la encuesta y la entrevista, así como las conclusiones finales.

2. Metodología

La pregunta de investigación a partir de la cual se realizó este trabajo es la siguiente: ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrentan los investigadores y las bibliotecas universitarias del área multidisciplinar de las Ciencias Ambientales en el Uruguay a la hora de implementar prácticas y políticas vinculadas a los datos abiertos de investigación en el marco del movimiento de ciencia abierta?

A partir de esta pregunta de investigación se diseñó el siguiente objetivo general: conocer los desafíos que enfrentan los investigadores del campo multidisciplinar de las Ciencias ambientales en Uruguay a la hora de implementar prácticas vinculadas a los datos abiertos de investigación, así como las distintas iniciativas que las bibliotecas universitarias realizan o podrían realizar para auxiliarlos e incentivar los procesos de apertura de datos en la comunidad científica.

Para contribuir a la consecución del objetivo general anteriormente mencionado se establecieron los siguientes objetivos específicos:

1. Explorar las iniciativas que buscan promover o facilitar la creación y el gestionamiento de los datos abiertos de investigación pertenecientes al campo multidisciplinar de las Ciencias Ambientales en el Uruguay.
2. Identificar las distintas posturas, inquietudes y problemáticas que plantean los investigadores del área multidisciplinar de las Ciencias Ambientales en el Uruguay en relación a la apertura de los datos de sus investigaciones y las prácticas necesarias para lograrlo.
3. Conocer las distintas iniciativas que las bibliotecas universitarias uruguayas pertinentes al área de las Ciencias ambientales podrían implementar para incentivar la adopción y realización, por parte de los investigadores, de prácticas relacionadas a los datos abiertos de investigación en el marco de la ciencia abierta.
4. Aportar insumos que sumen a la sistematización de información sobre la temática y a la toma de decisiones

Se delimitaron dos universos a ser investigados para lograr la consecución de los objetivos. En primer lugar, para recabar datos referentes a las prácticas de datos abiertos de los investigadores pertenecientes a las Ciencias ambientales en el Uruguay se eligió investigar a los docentes que forman parte del Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales

(IECA), perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Udelar. En cambio, para conseguir información relativa a las iniciativas llevadas a cabo, o que podrían realizarse, en las bibliotecas universitarias, con el fin de incentivar la adopción de prácticas relacionadas a la apertura de los datos, se eligió a la biblioteca de la Facultad de Ciencias.

Para analizar los datos recolectados de ambos universos se utilizó una metodología cualitativa. Para recabar dichos datos se utilizaron tres instrumentos distintos de recolección de información. Se aplicó la técnica de encuesta para recabar datos referentes al universo de investigadores de las Ciencias Ambientales Uruguayas. A través de este instrumento se pretendió recoger las prácticas, posturas, inquietudes y problemáticas que los investigadores de esta área del conocimiento poseen sobre la apertura y reutilización de los datos de investigación. Se utilizó la técnica de entrevista con informantes calificados sobre el universo de la biblioteca universitaria de la Facultad de Ciencias. Este instrumento permitió recabar datos sobre las iniciativas que, desde las bibliotecas universitarias, se realizan o se planean realizar para contribuir en la adopción de prácticas relacionadas a los datos abiertos de investigación. Se utilizó la técnica de revisión bibliográfica para recabar los datos necesarios al cumplimiento del primer objetivo específico. Mediante esta técnica se obtuvo información sobre las iniciativas realizadas o en proceso de realización en el Uruguay que buscan promover la creación y el gestionamiento de los datos abiertos de investigación pertenecientes a las Ciencias Ambientales.

Se optó por utilizar diversas técnicas de recolección de datos porque las diferencias existentes entre los universos del IECA y de la biblioteca universitaria de la Facultad de Ciencias hacen que sea pertinente la utilización de un enfoque distinto para cada caso. Esta investigación se realizó a través de seis etapas diferenciadas:

Primera etapa: Elaboración del marco teórico a partir de una revisión bibliográfica.

Segunda etapa: Elaboración de las distintas preguntas a ser aplicadas en la encuesta y en la entrevista con informantes calificados.

Tercera etapa: Aplicación de la encuesta en el universo de los investigadores uruguayos del campo multidisciplinar de las Ciencias Ambientales.

Cuarta etapa: Aplicación de la entrevista a los informantes calificados pertenecientes al universo de las bibliotecas universitarias.

Quinta etapa: Análisis de los datos recabados gracias a las técnicas de investigación.

Sexta etapa: Presentación de los resultados.

3. Marco Teórico

3.1. Ciencia abierta y datos de investigación científica

3.1.1. Ciencia abierta

En la literatura científica especializada sobre el tema, existen muchas definiciones sobre el término “ciencia abierta”. En una de sus recomendaciones, la UNESCO (2021, p. 7) define a este concepto como una combinación de diversos movimientos y prácticas destinadas a volver a los conocimientos científicos accesibles y reutilizables, así como a incrementar la cooperación científica y abrir los procesos de creación, evaluación y comunicación de los conocimientos científicos para todos los sectores de la sociedad. Además, la UNESCO define los pilares en los que se basa esta nueva forma de hacer ciencia: conocimiento científico abierto, lo que incluye a la apertura de las publicaciones científicas, datos de investigación y sus metadatos; infraestructura de la ciencia abierta, que implica el desarrollo de las revistas y las plataformas de publicación de acceso abierto; la participación abierta de los agentes sociales, o sea, la colaboración de la comunidad científica con agentes de la sociedad ajenos a ella, y el diálogo abierto con otros sistemas de conocimiento que no sean necesariamente científicos (pp. 9-16).

Este constructo ya tiene varios años de existencia. Abadal Falgueras y Anglada Ferrer (2019, pp. 3-5) postulan que el concepto, así como sus distintas denominaciones, evolucionó a lo largo de los años. Según los autores, el término “e-science” fue el primer predecesor de la ciencia abierta. John Taylor habría sido el primero en utilizar esta denominación, en el año 2002, refiriéndose a una forma de hacer ciencia donde la cooperación global entre científicos y la nueva infraestructura tecnológica que lo permitía serían cada vez más importantes. “Ciencia interconectada”, el segundo concepto precedente, fue acuñado por Michael Nielsen para referirse a los cambios operados en la práctica científica gracias a internet y las redes sociales. A la importancia de la cooperación global que ya existía en el concepto anterior, Nielsen agrega la noción de la necesidad de crear una “cultura abierta” entre los investigadores para que estén dispuestos a compartir sus datos y conocimientos con sus pares. El último predecesor de la ciencia abierta es el concepto de ciencia 2.0, acuñado por Ben Shneiderman, el cual sería una adaptación del concepto de la web 2.0 al ámbito del trabajo científico. Así como la web 2.0 se caracteriza por la posibilidad que poseen los usuarios de interactuar, generar y compartir contenidos, la ciencia 2.0 hace

énfasis en la importancia de aprovechar la colaboración que permite el uso de la web al compartir teorías, resultados, descubrimientos y demás, así como colaborar en la resolución de problemas. Por último, Abadal Falgueras y Anglada Ferrer mencionan que la declaración “Science commons” presentada en el seminario EuroScienceOpenForum de 2008 fue un documento fundamental para la ciencia abierta, ya que allí se establecieron sus principios: acceso abierto a la literatura de investigaciones científicas, acceso abierto a los datos y el desarrollo de infraestructuras abiertas. Además, resaltan el papel de la Unión Europea al desempeñar un papel importante al promover, desarrollar y fundamentar el concepto.

Esta reseña sobre los primeros pasos de desarrollo histórico del concepto permite ver que la ciencia abierta está estrechamente ligada a las nuevas posibilidades de cooperación y difusión brindadas por las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs). Si bien este movimiento, como veremos más adelante, tiene como uno de sus fines el de enmendar algunas cuestiones existentes en el proceso de creación científica así como el de aumentar el beneficio social de la ciencia, también es cierto que uno de los motivos que impulsa su desarrollo es el de aprovechar las ventajas que nos brindan las nuevas infraestructuras tecnológicas para trabajar más eficaz y eficientemente.

Es importante aclarar que la ciencia abierta no solo implica el acceso abierto al conocimiento científico. En realidad, la ciencia abierta pretende introducir cambios en todas las etapas del proceso de producción de conocimiento, desde la etapa de planeación de una investigación hasta su comunicación formal por medio de las revistas académicas, así como a las formas de acceder posteriormente al conocimiento generado. El acceso abierto es un concepto que puede ser considerado como un elemento más dentro del constructo inclusivo de la ciencia abierta. El acceso abierto se funda en las Declaraciones de Budapest (2001), Bethesda (2003) y Berlín (2003), y busca maximizar el acceso al conocimiento científico entendiéndolo como un bien universal al que todos tienen derecho (San José Montano, 2009, pp. 300-301). Así, dentro del proceso de producción científica, el acceso abierto hace referencia solo a la etapa de socialización de sus resultados.

En cambio, la ciencia abierta como tal significa una forma distinta de practicar la ciencia. Los autores Anglada y Abadal (2018, pp. 292-293) opinan que esta corriente constituye un cambio de paradigma según los entendía Kuhn ya que, si bien los objetivos y motivaciones no cambian sustancialmente, sí se modifica la forma de hacer ciencia.

La ciencia abierta se caracteriza por la apertura de las etapas de investigación que antes se mantenían cerradas. “Abierto” quiere decir que dichos procesos, elementos o productos de la investigación científica serán gratuitos y accesibles para que puedan ser apropiados por todos los sectores de la sociedad. Entre algunas de sus líneas de acción, la ciencia abierta busca abrir los datos generados por investigaciones, los planes de investigación, los códigos de software, el proceso de revisión por pares al que están sometidos los artículos científicos para su aprobación y al conocimiento científico en sí mismo. Se buscan estos objetivos en el entendido de que la apertura de algunos elementos del proceso de la producción científica ayudaría a reducir la duplicación de esfuerzos, aumentaría la cooperación entre científicos a lo largo del mundo, permitiría replicar los resultados de las investigaciones, fomentaría la transparencia y posibilitaría que la sociedad se apropie más fácilmente de los productos de la ciencia, aumentando así sus beneficios sociales.

Por ejemplo, Laguna-Camacho (2023, pp. 2-4) sostiene que los principios de la ciencia abierta ayudarían a disminuir las llamadas “prácticas cuestionables de investigación” como el P-hacking y el reporte selectivo. El P-hacking engloba una serie de tácticas que buscan manipular los datos, las variables utilizadas, los análisis estadísticos o los reportes para conseguir el mínimo de significancia estadístico en las relaciones de variables. El reporte selectivo consiste en formular la hipótesis de la investigación en función de los datos recogidos con el fin de que sean positivos. Estas prácticas, que minan la calidad del conocimiento científico, podrían ser solucionadas, en parte, por la aplicación de algunas de las iniciativas de la ciencia abierta, como la pre-registración y la apertura de datos. La pre-registración consiste en la publicación del plan de investigación antes de comenzar la colección de datos, lo que impediría la formulación de una hipótesis posterior que se adecúe a los resultados. Por otro lado, la disponibilización de los datos utilizados junto con el artículo de investigación permitiría verificar si se realiza P-hacking.

Además, el apoyo que ha recibido la ciencia abierta en los últimos años por la Unión Europea también se debe a los beneficios económicos y sociales que se espera traerá la implementación de sus prácticas al beneficiar los procesos de innovación científica, la competitividad y la creación de empleos (Anglada y Abadal, pp. 293-294).

En Latinoamérica la ciencia abierta también es promovida por un gran número de organismos. De hecho, Eduardo Aguado López, uno de los fundadores de Redalyc, menciona

que nuestro continente fue predecesor de esta corriente, ya que muchas de sus prácticas, como la de compartir abiertamente el conocimiento con el resto de agentes de la comunidad científica, eran realizadas por nuestros investigadores antes que la ciencia abierta como tal se formalizara. Además, opina que Latinoamérica es donde se encuentra la infraestructura de ciencia abierta más sólida (Ghiglione y Mondino, 2022). A su vez, en este continente existen varios proyectos desarrollados en los últimos años en apoyo del nuevo paradigma científico: Latindex como sistema de información, Scielo como sistema de publicación y LaReferencia como promotor del conocimiento científico en acceso abierto, así como el referenciado Redalyc (De Giusti, 2022)..

El interés que posee nuestro continente hacia el desarrollo de la ciencia abierta se podría relacionar con la posición que ocupa su ciencia frente al resto del mundo. Las comunidades científicas latinas generalmente no poseen el grado de financiamiento que existe en el norte global. Entonces, tiene sentido que aquí exista una preocupación mayor en cuanto a las formas de comunicar y acceder al conocimiento ya que la forma tradicional, que canaliza la comunicación científica a través de revistas académicas de pago, muchas veces es privativa para nuestros investigadores, que necesitan hacer un esfuerzo para publicar o acceder a los círculos mainstreams de información científica. Por eso, la discusión sobre la ciencia abierta no es exclusivamente científica, sino que su avance o retroceso también está relacionado con las circunstancias políticas, económicas y sociales del lugar donde se desee implementar, así como con los intereses encontrados entre las grandes editoriales, los Estados, las universidades y demás actores partícipes del trabajo científico.

Aún así, también existen detractores de este concepto. Por ejemplo, Mirowski (2018) crítica a la ciencia abierta poniendo en tela de juicio el hecho de que este movimiento vaya a ser capaz de resolver los problemas existentes en el sistema de investigación científica. Según él, la transparencia en todos los procesos de la ciencia promovida por este movimiento no ayudaría a generar una mejor opinión de la comunidad científica en el resto de la sociedad. Para fundamentar esto, cita resultados de estudios que sugieren que la confianza/falta de confianza en la ciencia depende mayoritariamente de la ideología política de las personas y no del nivel de acceso a la información científica que posean. Así mismo, pone en dudas el valor “democratizante” que posee la ciencia ciudadana, ya que los actores sociales que forman parte de estas iniciativas no tendrían influencia política sobre la ciencia, sino que se limitarían a realizar tareas repetitivas al final de la cadena de trabajo que no los

guían hacia el aprendizaje del conocimiento científico en cuya creación colaboran. Por último, el autor desecha la idea de que este sistema pueda resolver los problemas actuales referentes a las retractaciones de artículos científicos por el uso de prácticas cuestionables de investigación.

Mirowski, además, cree que la ciencia abierta es un nuevo producto de la ideología neoliberal que amenaza con crear nuevos monopolios digitales similares a las redes sociales, pero orientados hacia los servicios científicos requeridos para la ciencia abierta. Estos productos estarían orientados hacia la capitalización de grandes cúmulos de datos para generar ganancias.

Si bien se consideran interesantes sus reflexiones sobre la ciencia ciudadana y sobre el verdadero valor de la ciencia abierta para mejorar la aceptación de la ciencia en la sociedad, hay que tener en cuenta que el panorama que él describe sobre la ciencia abierta y la generación de monopolios tal vez sea acorde a los procesos dados en el norte global, pero no tanto en Latinoamérica. Algunos de los principales elementos de la infraestructura de ciencia abierta de nuestro continente, como La Referencia, Scielo, Redalyc y Latindex, son proyectos sin fines de lucro. Además, muchas de las revistas en acceso abierto son llevadas a cabo por universidades.

3.1.2. Datos abiertos de investigación

Como se mencionó anteriormente, una de las iniciativas enmarcadas dentro de la ciencia abierta busca la apertura de los datos generados por la investigación científica.

Los datos de investigación son “todo aquel material que ha sido registrado durante la investigación, reconocido por la comunidad científica y que sirve para rectificar los resultados de la investigación que se realiza” (Torres-Salinas et al., 2012, p.175). Las investigaciones científicas son pasibles de generar muchos tipos de datos de investigación, dependiendo del aspecto de la realidad que se investigue, la metodología seleccionada y últimamente el instrumento de recogida de datos utilizado. Así, según (Aleixandre-Benavent et al., 2019, p,209) los datos de investigación científica pueden ser numéricos, textuales, audiovisuales, digitales o físicos. Algunos ejemplos de datos de investigación son los cuestionarios, registros sonoros o visuales, registros y medidas de cualquier tipo de prueba o experimento, cuadernos de laboratorio, muestras, estadísticas y demás, todos ellos recolectados y gestionados durante el proceso de la investigación que les dio origen.

Por otro lado, se considera que los datos de investigación son abiertos cuando pueden ser utilizados, reutilizados y redistribuidos siempre que se reconozca su autoría y se vuelvan a compartir libremente luego de que se hayan transformado producto de su utilización (Travieso Rodríguez y Ferreira Araújo, 2018, p.2). Cuando los datos de una investigación se encuentran abiertos, el resto de la comunidad científica junto con los otros agentes sociales que tengan interés podrán acceder a dichos datos de la misma forma en que pueden acceder a los resultados de un artículo científico, informe, tesis de maestría o doctorado, o cualquier otro producto de la investigación científica.

Los metadatos juegan un rol importante a la hora de compartir conjuntos de datos ya que aportan la información contextual necesaria para su interpretación. Los metadatos acompañan a los datos generados en la investigación y describen sus características. Existen tres tipos de metadatos. Los metadatos descriptivos brindan información sobre el contenido del recurso, como el título, su autor y sus palabras clave. Los metadatos administrativos brindan información necesaria para la manipulación del conjunto de datos, como los metadatos de preservación y los metadatos de propiedad intelectual. Los metadatos estructurales explican la relación que existe entre las distintas partes de un conjunto de datos. A su vez, los estándares de metadatos expresan el conjunto de elementos que describen a los datos. Cada uno de esos elementos posee un nombre y una definición, sintaxis y un vocabulario controlado (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2020).

De una forma análoga a como ocurrió con el concepto de ciencia abierta, la preocupación por los datos de investigación y las distintas formas de compartirlos fue motivada en gran parte por una serie de avances tecnológicos. Los datos siempre han sido la materia prima de la investigación científica, pero hasta hace poco era difícil difundirlos, compartirlos y reutilizarlos. La capacidad de procesar, conservar y comunicar de las computadoras modernas modificó al sistema de comunicación científica e hizo que la actividad investigativa sea más intensiva en la generación, consumo y explotación de datos (Alcalá y Anglada, 2019, p. 2). Así, la apertura de datos de investigación está fuertemente relacionada con una nueva forma de hacer ciencia en que la colaboración facilitada por las nuevas tecnologías juega un rol fundamental.

La apertura de los datos de investigación genera ventajas en varios ámbitos del trabajo científico. Por ejemplo, la implementación de esta práctica puede contribuir a

mermar la duplicación de esfuerzos y abaratar los costos de la investigación científica, ya que, de ser posible metodológicamente, los investigadores podrán reutilizar datos generados por investigaciones previas para fundamentar sus propios trabajos; aumentar la transparencia de los trabajos científicos al permitir que el proceso de recolección de datos sea expuesto al escrutinio de los pares, provocando, como ya vimos, que algunas de las malas prácticas científicas queden expuestas; abrir otro ámbito en el cual los científicos pueden cooperar y compartir sus resultados y, además, permitir que se generen variados puntos de vista a partir de una sola colección de datos, lo cual puede derivar en nuevos hallazgos y conclusiones.

Además, Aleixandre-Benavent et al (2019) expresan razones económicas, humanitarias y de potenciación del trabajo científico para argumentar la importancia de este movimiento. La explotación de los datos abiertos de investigación podría generar nuevas riquezas, acelerar la investigación al promover nuevos descubrimientos y permitir la colaboración científica ante situaciones de emergencia mundial como las epidemias.

Hace muy poco tiempo, con el advenimiento del virus SARS-CoV-2, se hizo patente la importancia de la colaboración científica global a la hora de hacer frente a problemáticas mundiales. En ese sentido, es importante destacar que la disponibilización de datos sobre el virus y la enfermedad fue importante para lograr el desarrollo de las vacunas y monitorear la propagación del virus.

Para que los datos generados por investigaciones sean compartidos de forma tal que redunden en las ventajas anteriormente mencionadas, en los últimos tiempos una serie de principios para la correcta apertura de los datos ha ganado tracción dentro de la comunidad científica. Los principios FAIR (acrónimo en inglés de las palabras localizable, accesible, interoperable y reutilizable) fueron establecidos por FORCE 11 en 2014 luego de una reunión en Lorentz Center en Leiden, Países Bajos. Estos principios buscan que el descubrimiento, acceso, interoperabilidad y reutilización del vasto cúmulo de datos generado por la ciencia contemporánea sea más sencillo (Force 11, s.f.).

Así, para que un conjunto de datos sea considerado FAIR debe cumplir con estos cuatro principios:

Localizable: los datos deben estar identificados, descritos, registrados o indexados de una forma clara e inequívoca, por medio de un identificador único y persistente, y descritos usando estándares formalizados.

Accesible: los datos deben poder ser obtenidos por máquinas y humanos. Esto requiere el establecimiento de licencias de uso para los sets de datos, así como de métodos de acceso y descarga bien descritos y preferentemente automatizados.

Interoperable: esto implica que los datos y metadatos son conceptualizados, expresados y estructurados usando estándares aceptados y disponibles públicamente. Los metadatos tienen que poder ser leídos por computadoras, usar vocabularios compartidos y ontologías, para poder ser comprendidos fácilmente.

Reutilizable: para que esto sea posible, los metadatos deben ser lo suficientemente ricos como para que puedan ser integrados automáticamente, o mediante esfuerzo humano, a otros conjuntos de datos. Además, deben poder hacer referencia a su procedencia para así permitir su citación (Force 11, s.f.).

Estos principios son generales, o sea, no establecen estándares para la descripción de los datos ni especificaciones técnicas para su gestión. Los principios FAIR sirven para que los diseñadores de iniciativas relacionadas a esta temática puedan tener una guía que les permita conocer si sus implementaciones particulares, como pueden ser repositorios, estándares de descripción de datos o políticas de gestión, contribuyen o no a generar un mejor sistema de datos abiertos de investigación. Por eso, estos principios son un elemento importante a tener en cuenta a la hora de intentar impulsar medidas que busquen la apertura de los datos.

Asimismo, otro elemento importante dentro del sistema de datos abiertos de investigación son los Planes de Gestión de Datos (PGD). Este documento es elaborado por los investigadores al realizar una investigación y describe el tratamiento de los datos durante y después de que el proceso de investigación haya finalizado. Un PGD debería explicar la forma en que se gestionan los datos a través de todo su ciclo vital desde su descubrimiento, recolección, organización y posterior preservación. También debe detallar qué tipo de datos se utilizan en la investigación y el tipo de licencia que limitará su uso; el formato de archivo digital en que serán preservados; los metadatos que serán utilizados para describirlos y para brindar la información contextual necesaria para su interpretación y reutilización, y debe detallar en qué repositorios o bases de datos se planea depositarlos para su posterior acceso por parte de otros investigadores (Alcina Guandalini et al., 2019, pp. 9-12).

Entre las razones expuestas por la ANII (Agencia Nacional de Investigación e Innovación, Uruguay) para resaltar la importancia de este documento se encuentran: el

detallado de medidas de seguridad y copias de respaldo reducen el riesgo de pérdida o daño de los datos; colabora con que los datos recolectados sean organizados y documentados adecuadamente, lo que maximiza su utilidad; ayuda a asegurar el cumplimiento de las regulaciones legales y éticas aplicables a los datos de investigación, y estimula a los investigadores a considerar mejores prácticas para la gestión de datos, lo que puede redundar en su mejor integridad y calidad a lo largo del proyecto (Uruguay, ANII, 2023).

Asimismo, Hudson-Vitale y Moulaison-Sandy (2019, p. 323) argumentan que la forma de resguardar y compartir los datos no puede ser pensada después de que la investigación ya finalizó, sino que debe ser planeada de antemano. Se deben considerar a los datos como un elemento principal de la iniciativa de investigación.

En los últimos tiempos, las agencias de investigación han comenzado a solicitar la elaboración de un PGD como requerimiento para la financiación de proyectos. Por ejemplo, en Uruguay la ANII ofrece más financiamiento a los proyectos de investigación básica que posean un PGD (ANII, 2023). Asimismo, en Argentina el CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, 2017) exige la elaboración de los PGD a sus equipos de investigación para contemplar lo establecido en la ley 26.899 sobre repositorios digitales.

Teniendo en cuenta el valor económico de los datos de investigación, así como su capacidad para volver a la ciencia una actividad más eficiente, tiene sentido que las agencias de financiación tengan un interés en fomentar prácticas relacionadas a su apertura, ya que radicaría en un abaratamiento de sus propias actividades. Además, la publicación de los datos de una investigación toma más importancia cuando esta fue financiada por fondos públicos, ya que se considera que, de esta manera, el dinero invertido por los ciudadanos genera productos que ellos mismos pueden aprovechar.

Por otro lado, si bien la elaboración de los PGD es un paso importante para lograr la apertura de los datos de investigación, también es indudable que su requerimiento suma un peso importante en los hombros de los investigadores. La elaboración de este documento requiere tiempo, trabajo intelectual y conocimientos que los investigadores de diversas áreas científicas muchas veces no poseen. Por eso, parece importante que, además de requerir este plan, también se ofrezca capacitación y ayuda para que su elaboración no se convierta en un obstáculo en el proceso de las investigaciones.

Asimismo, esta capacitación también podría ayudar a mejorar la calidad de los PGD para que estos logren cumplir su cometido original. Esto es importante teniendo en cuenta

que la revisión bibliográfica realizada por Hudson-Vitale y Moulaison-Sandy (2019) muestra que gran parte de estos documentos son inefectivos a la hora de describir el proceso de gestión de los datos en sus respectivos proyectos.

Los Planes de Gestión de Datos ayudan a que los investigadores puedan gestionar los datos a lo largo de su proyecto. Ahora bien, finalizada la investigación: ¿cuáles son las vías a través de las cuales se pueden compartir los datos con el resto de la sociedad? En la actualidad, existen dos: la vía verde consiste en publicar los datos de investigación en repositorios especializados para ese fin; La vía dorada consiste en publicar los datos en una revista científica junto con el artículo científico que les dio origen, o en su publicación en revistas de datos, es decir, en revistas que se dedican a publicar trabajos basados en la reutilización de los datos (Aleixandre-Benavent et al., 2019).

En la actualidad, existen muchas tipologías de repositorios de datos: disciplinares, nacionales, institucionales, de propósito general, de editores, consorcios e instrumentales. Además, también existen registros de repositorios de datos con el fin de normalizarlos e intentar otorgarles visibilidad (Melero y Hernández-San-Miguel, 2014, p.4),

La variedad existente de repositorios de datos amplía las opciones que poseen los investigadores otorgándoles más libertad de acción, pero también complejiza la tarea de búsqueda y puede volver al esfuerzo por disponibilizar los datos algo engorroso.

Dicho esto, el sistema de comunicación científica para los datos de investigación abiertos aún presenta un gran número de desafíos a resolver. Por ejemplo, la publicación de datos en revistas científicas hace dudar sobre su preservación a futuro. Además, en el caso de que las revistas sean privadas, es muy probable que no se pueda acceder a los datos si no se es suscriptor de la revista. Por otro lado, los repositorios de datos deben encontrar una forma de vincular los sets con los artículos científicos que fueron producidos gracias a ellos, cuestión que aún no fue saldada (Peset Mancebo et al., 2017, p.4).

En ese sentido, es importante que las revistas que se interesen por publicar artículos de datos posean políticas claras sobre su preservación, así como sobre el marco legal que restringe la reutilización de los datos. Para el desarrollo de una ciencia que sea abierta, se debería fomentar la publicación de los artículos de datos en revistas de acceso abierto.

Además, Peset Mancebo et al. (2017, p. 5) menciona que existe una doble actitud por parte de los investigadores que desean acceder a los datos ajenos, pero se resisten a compartir los propios. Este hecho, combinado con la falta de reconocimiento por parte de las

agencias evaluadoras de la ciencia para quienes comparten sus datos, haría que la disponibilidad de los datos en abierto aún sea escasa.

Por último, la reutilización de los datos presenta el desafío de citarlos correctamente para que su autor original consiga el reconocimiento. Este aspecto es crucial, teniendo en cuenta que la evaluación tradicional de la ciencia coloca mucho énfasis en los índices de citación de los artículos producidos. Las métricas de evaluación del impacto de bases de datos aún se encuentran en desarrollo (Peset Mancebo et al., 2017, p. 6).

Además de estos obstáculos, Alcalá (2018), al indagar en los estudios de Jubb y Van-der-Eynden encuentra otras barreras que se interponen ante la apertura de datos: falta de infraestructura o normativas, poca formación de los usuarios, preocupación por la calidad de los datos y por cuestiones legales y éticas, y los costos económicos que conlleva la preparación de los datos junto con su documentación y metadatos correspondientes. Aún así, los estudios de Jubb y Van-der-Eynden también revelan que la gran mayoría de investigadores considera a la falta de acceso de datos como un obstáculo para el avance de la ciencia, y que los incentivos por parte de las entidades financiadoras podrían impulsarlos a compartir más datos.

La apertura de los datos de investigación ofrece grandes ventajas al entramado del sistema científico. Aun así, para que esta iniciativa llegue a una conclusión satisfactoria parece necesario que las organizaciones nucleadas alrededor de la ciencia, como las instituciones financiadoras y las universidades, apoyen a los investigadores en el proceso de apertura de sus datos de investigación.

3.2. Ciencias ambientales

3.2.1 Concepto y relevancia de sus estudios

Las ciencias ambientales son definidas a lo largo de la literatura especializada de una forma un poco difusa.

Gianuzzo (2010, p. 152) las define de la siguiente forma:

(...) el conjunto de conocimientos y metodologías, provenientes de múltiples disciplinas, integrados con el objeto de comprender, predecir y accionar sobre las interrelaciones de las poblaciones humanas en su devenir histórico, social, cultural y tecnológico con la naturaleza y su evolución dinámica intrínseca. Los ámbitos de la ciencia ambiental se congregan en torno a los valores de respeto por la naturaleza y

de responsabilidad en el logro de una organización que garantice la equidad, la calidad de vida y la supervivencia humana.

Las ciencias ambientales se dedican al estudio del ambiente, entendido como se definió en la I Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medioambiente Humano, realizada en Estocolmo en 1972: conjunto de elementos físicos, químicos, biológicos y de factores sociales, capaces de causar efectos directos o indirectos, a corto o largo plazo, sobre los seres vivos y las actividades humanas. Esta concepción de ambiente evolucionó desde la consideración única de los elementos físicos, químicos y biológicos que rodean los seres vivos, hasta incluir los efectos de la acción humana, sus distintos factores sociales y culturales, que son capaces de modificar el entorno, afectando al resto de los seres vivos y a sus propias actividades. Entonces, más que estudiar al ámbito natural, las ciencias ambientales estudian la interacción humanidad-naturaleza (Giannuzzo, 2010, p. 132, 142).

Según la autora, este mismo carácter complejo de los sistemas ambientales, los cuales están conformados por diversos componentes heterogéneos en interacción, hace que muchos de sus subsistemas sean el campo de estudio particular de diversas disciplinas especializadas. Las ciencias ambientales utilizan los conocimientos y metodologías de las ciencias naturales, tales como la química, la biología, la geografía, la física, la climatología y demás, para estudiar la naturaleza, al mismo tiempo en que se articulan junto a las metodologías de las ciencias sociales y humanas para comprender el impacto de nuestras actividades sobre el medio. Esto es especialmente importante cuando se busca la aplicación de los conocimientos a la resolución de los problemas ambientales, entendiendo que el ambiente es un sistema complejo que posee subsistemas en constante interacción, por lo cual la modificación de uno podría afectar a los demás. El dominio de la ciencia ambiental es la intersección entre las ciencias sociales, naturales y humanas, para el tratamiento de los problemas ambientales (Giannuzzo, 2010, p. 132, 152).

Es importante acotar que para esta autora, lo ambiental engloba lo ecológico. Es decir, la ecología sería una de las disciplinas que estudia el problema ambiental y se encuentra englobada dentro de las ciencias ambientales, aunque se erige como ciencia madre de los estudios ambientales (Giannuzzo, 2010, p.143).

Así, las ciencias ambientales están directamente ligadas a la búsqueda de soluciones para los problemas que surgen a partir de la interacción de la cultura humana o nuestra "tecnosfera" y la naturaleza.

Jaksic (1997, p.178) expresa que las ciencias ambientales son la confluencia de distintas disciplinas con el propósito de estudiar y solucionar problemas relacionados a la interacción humanidad-ambiente. Según esta definición, cualquier interacción entre la actividad humana y la naturaleza es posible de ser investigada por esta ciencia. Los problemas ambientales surgen en contextos sociales, económicos y culturales complejos. Las ciencias ambientales deben ser capaces de ofrecer soluciones concretas. Esta ciencia contribuye al desarrollo económico o bienestar humano sobre una base ecológica sustentable.

Según Vázquez Rodríguez et al. (2014), las ciencias ambientales son el campo de estudio que tiene como objeto las distintas partes de la naturaleza, de las sociedades humanas y las relaciones existentes entre ellas, y surgieron en 1960 para intentar comprender y solucionar los problemas ambientales. El medio ambiente es un ejemplo de sistema que no puede ser comprendido totalmente a través del estudio separado de sus partes, como lo exige el método cartesiano, sino que se requiere una visión integradora. Al igual que expresa Giannuzzo, este autor plantea que la comprensión del ambiente no es posible solo desde la perspectiva de las ciencias naturales básicas, sino que es necesario el diálogo con otras disciplinas.

Aunque el nacimiento de esta ciencia multidisciplinar es reciente, Vázquez Rodríguez et al. (2014) explica que la preocupación por el relacionamiento humanidad-naturaleza data desde la antigüedad. Los estudios de Hipócrates trataron los efectos de la alimentación, el clima y la ocupación en la salud humana. Asimismo, Aristóteles y Teofrasto podrían ser considerados antecedentes lejanos de los estudios ambientales, ya que se dedicaron a describir y clasificar el mundo natural. A lo largo del periodo de la ilustración, John Ray y Carl Von Linné incluyen en su taxonomía a los humanos como parte del reino animal, introduciendo una idea fundamental en el pensamiento ambiental moderno. La obra de Malthus es importante para el pensamiento ambientalista al establecer la presión que ejerce la población humana sobre los sistemas naturales. En el siglo XIX, un gran número de descubrimientos comienzan a revelar los efectos que causa la relación humanidad-naturaleza; en esta época surgen los primeros estudios que indagan en el efecto del dióxido de carbono sobre el clima terrestre, se descubre la causa de la lluvia ácida y sus efectos en materiales y vegetación, y se comienza a buscar formas de atenuar los efectos físicos y sociales de la contaminación en las grandes ciudades industrializadas. Es en el siglo

XX cuando se comienza a construir la terminología y las teorías que luego implementarían las ciencias ambientales. En esta época Arthur Tansley acuña por primera vez el término “ecosistema”; G. Evelyn Hutchinson funda la limnología, ciencia que estudia los ambientes acuáticos continentales, y emprende el estudio sobre la biodiversidad, y Roger Revelle y Hans Suess inician las investigaciones acerca del “efecto invernadero”. Asimismo, las pruebas de las bombas atómicas provocan preocupación sobre el efecto de los productos de la fisión en las cadenas alimenticias y la salud de las personas. Por último, el autor cita al libro “Primavera Silenciosa”, de Rachel Carson, como el que termina de difundir entre los ciudadanos comunes la preocupación por los efectos de la actividad humana en el ambiente al denunciar el efecto de los químicos y pesticidas en las relaciones ecológicas.

Así, se observa que la historia de las ciencias ambientales está directamente relacionada con las problemáticas causadas por el relacionamiento de nuestra tecnosfera con el ambiente natural. Las investigaciones de esta ciencia interdisciplinaria podrían ayudar a que las sociedades transiten a una forma de coexistencia con el medio que asegure la preservación del ambiente.

Además de observar lo que menciona la literatura especializada sobre el tema, también es interesante indagar cómo es caracterizada esta ciencia por las universidades que brindan su formación. En ese sentido, tomando un ejemplo a nivel nacional, en la página web de la Facultad de Ciencias, UdelaR (s.f.) se menciona que la Maestría en Ciencias Ambientales se orienta a crear profesionales capaces de coordinar grupos multidisciplinarios que se dediquen a la gestión de los recursos naturales; prevenir, mitigar y/o revertir alteraciones ambientales; evaluar planes de desarrollo compatibles con la sustentabilidad, la equidad social y la eficiencia económica. Por otro lado, para el Swenson College of Science and Engineering de la University of Minnesota Duluth (s.f.), la “Earth and Environmental Science” estudia cómo la ciencia afecta nuestro entorno, centrándose en la interacción entre la tierra, el agua, el aire y los organismos vivos, y en las relaciones dinámicas e interdependientes entre esos elementos. También estudia cómo estas relaciones producen cambios en el ambiente a diferentes escalas de tiempo e intenta establecer predicciones sobre las modificaciones futuras.

En síntesis, la ciencia ambiental es una ciencia interdisciplinaria que estudia la relación entre la humanidad y la naturaleza, con el propósito de comprender, generar conocimiento y solucionar los problemas que genera esta relación. El desarrollo de esta

ciencia es fundamental para enfrentar los cambios propiciados en el ambiente por las actividades culturales y tecnológicas de la humanidad.

3.2.2 Datos de investigación abiertos en ciencias ambientales

Al igual que el resto de las disciplinas científicas, las ciencias ambientales generan datos de investigación al momento de estudiar los fenómenos pertinentes. En los últimos años se ha discutido sobre las complejidades que representa la apertura de los datos en esta ciencia.

Como se mencionó anteriormente, esta ciencia es de carácter multidisciplinar porque su objeto de estudio requiere ser investigado desde diversas perspectivas. El estudio de los efectos que produce la relación entre la humanidad y la naturaleza requiere una investigación que abarque los diversos subsistemas interrelacionados que conforman el ambiente. La complejidad intrínseca de este objeto de estudio hace que los datos generados por sus investigaciones sean muy heterogéneos, ya que las distintas disciplinas abocadas a investigar el ambiente pueden generar diferentes tipos de datos dependiendo del elemento en que centren sus investigaciones. En la bibliografía revisada existe un consenso en cuanto a que esta heterogeneidad dificulta la labor de compartir y reutilizar datos dentro de esta ciencia.

Por ejemplo, en una guía de datos abiertos Durán (2019, pp. 27-30) lista los tipos de datos que podrían contribuir a estudiar los efectos del cambio climático: datos meteorológicos, datos sobre los caudales de los ríos, datos sobre la cobertura del suelo, datos sobre el nivel de aguas subterráneas, datos demográficos y datos sobre la emisión de gases de efecto invernadero, entre otros tipos de datos. Por lo tanto, los aspectos a tener en cuenta a la hora de estudiar este fenómeno son muy variados.

En referencia a esta cuestión, Beretta et al. (2021, pp. 1-2) sostiene que si bien hoy en día los científicos pueden aprovechar el gran cúmulo de datos disponibles para afrontar sus preguntas sobre el mundo, encontrar aquellos conjuntos de datos que sean relevantes para su respuesta no es sencillo en las ciencias ambientales debido a su multidisciplinariedad. La tierra es un sistema complejo compuesto por subsistemas altamente interrelacionados donde un cambio menor en uno de ellos puede ocasionar consecuencias en los otros. Esto causa que los proyectos llevados a cabo en este dominio necesiten información tratada por muchas disciplinas. Esto ocasiona un problema en cuanto

a la apertura y reutilización de los datos, ya que cada ciencia posee al interior de su comunidad unas prácticas, metodologías, estándares, vocabularios y formatos que se diferencian a los utilizados por el resto de las ciencias, lo que vuelve la reutilización de datos pertenecientes a otra disciplina una tarea dificultosa debido a la falta de familiaridad con su estandarización.

Crystal-Ornelas (2022) expresa que generar datos que se alineen con los principios FAIR es dificultoso en las ciencias ambientales debido a su gran heterogeneidad, la falta de tiempo de los investigadores y el desconocimiento de herramientas que podrían auxiliarlos. La integración y el análisis de diversos tipos de datos como los hidrológicos, los geológicos, los ecológicos, los biológicos y los climatológicos, es un elemento crucial en la investigación del ambiente. Esa integración de datos multidisciplinarios conlleva muchos obstáculos como la utilización de términos, formatos y metadatos variados a lo largo de las disciplinas.

Asimismo, los investigadores pertenecientes a estos ámbitos de estudio presentan incertidumbres relacionadas a la apertura y reutilización de sus datos. Luzi et al. (2013) investigaron las actitudes y prácticas relacionadas con los datos abiertos en los investigadores de ciencias ambientales pertenecientes al Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR). En este estudio, los autores sostienen que la práctica de compartir datos no solo depende de las características individuales de las personas, sino que además son influenciadas por factores socioculturales, contextuales e institucionales, y pueden variar entre las distintas disciplinas según los tipos de investigación, tipos de datos, sus modos de adquisición y gestionamiento, y el apoyo técnico e institucional del que dispongan.

En dicha investigación, un 59% de los investigadores encuestados indicó que reutilizaba datos generados por otros y, dentro de ese porcentaje, aproximadamente la mitad utiliza datos pertenecientes a disciplinas distintas a la suya. Un 36% expresó que su comunidad científica de referencia no utilizaba estándares para la gestión de sus datos y otro 34% desconoce si se usan o no. Entre las barreras que dificultan la apertura de los datos, la ausencia de estándares figura como una de las opciones más marcadas por los investigadores. Estos datos son acordes a las opiniones anteriormente mencionadas que expresaban la necesidad de integrar datos multidisciplinarios a la hora de estudiar aspectos del ambiente, así como sobre las dificultades que emergen ante la falta de estandarización de los datos.

Shen (2018) realizó un estudio en el cual indaga sobre la experiencia de los científicos pertenecientes a las ciencias ambientales en relación al cambio cultural y político en la gestión de los datos de investigación, así como las formas en que los bibliotecarios podrían apoyar este cambio. Para él, los datos generados por esta ciencia proveen una base fundamental para el análisis, la inspección y la evaluación del ecosistema, lo cual tiene implicancias importantes para el desarrollo económico y la seguridad ecológica. En su investigación, entrevistó a científicos pertenecientes al Center for Natural Resources Assessment and Decision Support (CeNRADs) y al College of Natural Resources and Environment at Virginia Tech.

Algunas de las experiencias recabadas por esta investigación reafirman lo dicho anteriormente sobre la complejidad de la reutilización de datos en las ciencias ambientales. Por ejemplo, los investigadores mencionaron la dificultad de integrar datos provenientes de distintas fuentes o generados por varias agencias. Para lograr integrar los datos, es necesario que los científicos utilicen las mismas unidades de medida, sistemas de coordenadas y de clasificación a la hora de recolectar los datos, cuestiones que no siempre suceden. Asimismo, es importante que los sets o colecciones de datos estén acompañados de suficientes metadatos que permitan conocer su contexto, o sea, los pasos que siguió el investigador al obtenerlos, para así asegurar su reproducibilidad. La falta de documentación que aporte información contextual de los datos es una de las preocupaciones mencionadas en el estudio. Este problema causa que los datos pierdan su calidad o que incluso sean inutilizables por otros investigadores (Shen, 2018).

Además, algunos de los entrevistados expresaron su preocupación por los procesos de preservación digital de estos datos. Los medios en que son resguardados los datos siempre son pasibles a una degradación física, ya sea por accidentes o por el propio paso del tiempo. Además, los formatos de archivo en que son guardados los datos podrían quedar obsoletos en el futuro o necesitar de un software privado para ser utilizados. Esto hace que los científicos no solo deban preocuparse por la creación, gestionamiento y reutilización de los datos, sino que también deben tener en cuenta la preservación a la hora de elegir donde resguardarlos. En el estudio, los participantes listan algunas situaciones en que sets de datos valiosos se perdieron debido a malas prácticas de preservación. Algunos datos podrían ser muy valiosos debido a su dificultad para ser recolectados o directamente por ser irremplazables, por lo que la comunidad científica no puede permitirse perderlos. En

particular, los entrevistados explican que los sets de datos más valiosos son los históricos y longitudinales ya que permiten monitorear y controlar el clima a lo largo del tiempo (Shen, 2018).

Por último, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1992, p. 575, como se citó en Bittencourt Dos Santos y Castro Silva, 2007) se menciona que, aunque existe una gran cantidad de datos ambientales, es preciso reunir más y diferentes tipos de datos, tanto en los planos provinciales, nacionales e internacionales, que indiquen las tendencias socioeconómicas, de polución, de recursos naturales y la salud de los ecosistemas. Asimismo, menciona una diferencia en aumento entre la cantidad de datos disponibles respecto a los países desarrollados.

La apertura y reutilización de datos en las ciencias ambientales es una cuestión que posee varios obstáculos a ser superados. Disponibilizar los datos de investigaciones científicas de forma tal que sean encontrables, accesibles, interoperables y reutilizables conlleva varios desafíos relacionados a su documentación con modelos de metadatos, su preservación, su disponibilización, identificación y reutilización de formas tales que permitan conocer su origen y reconocer al autor que los recolectó. En las ciencias ambientales se suma la dificultad que implica la necesidad de interoperar con datos provenientes de distintas disciplinas con el fin de comprender las interacciones entre los subsistemas del ambiente.

3.2.3 Ciencias ambientales e iniciativas de datos abiertos en el contexto uruguayo.

La práctica y estudio de cualquier disciplina científica siempre se realiza a partir de un contexto político, sociocultural e institucional determinado. Si bien la metodología científica utilizada por los investigadores para aprehender los problemas ambientales puede ser la misma en las distintas comunidades científicas regionales, el contexto que permea y desde el cual surge la práctica científica varía entre las diferentes regiones y países del mundo. Entre los factores que diferencian a estos contextos y facilitan o dificultan el proceso de investigación se encuentran el financiamiento disponible para la realización de investigaciones; la infraestructura que permite acceder, resguardar y compartir los conocimientos; la cultura; las instituciones educativas encargadas de formar nuevos

investigadores y los lineamientos políticos vigentes que pueden fomentar o no el desarrollo de la ciencia en determinado país. El trabajo científico no se encuentra aislado de su coyuntura. Por el contrario, el lugar en donde se desarrolla afecta en gran medida el desarrollo posible de la actividad. En ese sentido, es interesante dar un vistazo al contexto en que se desempeñan las ciencias ambientales uruguayas y la gestión de datos de investigación en abierto.

Según el informe producido por la ANII (2022), Uruguay destina 0,44% del PIB a investigación y desarrollo. Este porcentaje es menor que el promedio en América Latina y el Caribe, que se ubica en 0,65%, y alejado de Corea del Sur e Israel, que se ubican en la cima con 4.8% y 5.4%. El 76% de la inversión es realizada por el sector público, mientras que el sector privado cubre solo el 24%. Las instituciones que más dinero invierten en la investigación y el desarrollo son la Universidad de la República (Udelar), el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) y la Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas (UTE). Dentro del sector de educación superior, la Udelar representa el 90% del financiamiento y las personas formadas por esta institución representan el 78% de los inscritos al Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Esto nos muestra un panorama en el que los montos destinados a la investigación científica son reducidos en comparación al promedio global y que, además, se concentran en pocas instituciones.

Actualmente, en Uruguay existen dos institutos dedicados a la investigación en el ámbito de las ciencias ambientales. El Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales (IECA) fue creado en el año 2011 al interior de la Facultad de Ciencias, Udelar. Inicialmente estaba conformado por 57 docentes provenientes del Instituto de Biología, UNCIEP, CIN, Geografía y el Laboratorio de Recursos Naturales. Es el primer instituto perteneciente a la Udelar enfocado en la temática ambiental desde una perspectiva multidisciplinaria. Los principales objetivos de este instituto son: generar conocimiento científico sobre temas ambientales, recursos naturales y ecología, formar recursos calificados para desempeñarse en el ámbito profesional y académico, y proveer información calificada a la sociedad y a los organismos responsables de la gestión ambiental (Asociación Oceanográfica Uruguay, s.f.).

En la actualidad el IECA cuenta con más de 60 docentes, 25 de los cuales se encuentran en régimen de dedicación total. Este instituto coordina la Tecnicatura en Gestión de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable y la Licenciatura en Recursos Naturales

dictadas en el Centro Universitario de Rivera. Además, es responsable de la Maestría en Educación en Ciencias Ambientales realizada en la Facultad de Ciencias y generada en conjunto con la ANEP, que ya lleva 11 generaciones formadas. Este instituto cuenta con varias líneas de investigación: Biodiversidad y Ecología de la Conservación, Ciencias de la Epigénesis, Datación TLD/OSL, Geografía/Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Desarrollo, Ecología de Pastizales, Ecotoxicología y Química Ambiental, Limnología, Cambio Ambiental y Gestión Costero Marina, Oceanografía y Ecología Marina, Recursos Naturales, Laboratorio de Herpetología, Sistemática de Plantas Vasculares (Universidad de la República, s.f.).

Además de este instituto, en el año 2023 se creó en Centro de Investigación en Ciencias Ambientales (CICA) a partir de una iniciativa del Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE), institución pública dedicada a la investigación científica que depende del Ministerio de Educación y Cultura (Ministerio de Educación y Cultura, 2023). Según el documento creado por el Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (2023), se creó este centro de investigación con el fin de generar conocimiento científico que permita describir a los ecosistemas para así conocer los efectos de la antropización, identificar y aplicar medidas preventivas que permitan mitigar el cambio global. Para ello, se expone que es necesaria la integración de disciplinas anteriormente compartimentadas y relacionadas, directa o indirectamente, con los estudios de Ciencias Ambientales, Biomedicina, Economía, entre otros. El IIBCE cuenta con antecedentes en estudios relacionados con las Ciencias Ambientales que son previos a la creación de este Centro de Investigación. De hecho, en el 2005 fue creado el Programa de Ciencias Ambientales con el objetivo de estudiar los recursos naturales del país, incentivar el desarrollo de tecnologías que contribuyan al control del estado sanitario del medio ambiente, y sugerir normativas para el cuidado ambiental. Este programa no pudo ser sostenido en el tiempo debido al desarrollo incipiente de sus líneas de investigación, menor capacidad de interacción entre los grupos de trabajo, la ausencia de definiciones formales de laboratorios y la falta de recursos. En la actualidad, la misión del CICA es:

Promover la investigación científica de excelencia y transdisciplinaria con un enfoque integral apostando a generar la información necesaria para el manejo saludable y sustentable de los ecosistemas, con una participación eficiente y responsable en la

discusión de políticas ambientales del país. (Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable, 2023, p.3)

Entre los objetivos específicos propuestos, este Centro de investigación se propone generar conocimiento científico original en el ámbito de las Ciencias ambientales y la conservación de la biodiversidad, formar estudiantes de grado y posgrado que incorporen la experiencia de la transdisciplina, contribuir al desarrollo de grupos de investigación con interés en la salud de los ecosistemas, desarrollar actividades con otras organizaciones relacionadas con las ciencias ambientales, promover apoyo a iniciativas de financiación externa y realizar actividades de divulgación y extensión (Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable IIBCE, 2023).

Se observa que los dos institutos uruguayos dedicados a la investigación en Ciencias Ambientales pertenecen al ámbito de la administración pública: el IECA forma parte de la Facultad de Ciencias de la Udelar, mientras que el CICA depende del IIBCE, institución dependiente del Ministerio de Educación y Cultura. En ese sentido, en la investigación medioambiental del Uruguay se hace notar lo anteriormente mencionado en cuanto al balance de la inversión público/privada en las iniciativas de investigación y desarrollo. Además, ambas instituciones coinciden en la importancia otorgada a la implementación de un enfoque multidisciplinario para el estudio del ambiente así como en la relevancia del conocimiento generado para intentar preservar la salud de los ambientes naturales y las personas que los habitan.

En cuanto a las iniciativas de datos abiertos en Uruguay, hay un interés creciente por parte de las instituciones científicas de fomentar este tipo de prácticas en la comunidad científica.

El 7 de marzo del 2024 la ANII lanzó el repositorio REDATA, el cual busca incentivar la publicación y reutilización de los datos resultantes de investigaciones nacionales pertenecientes a cualquier disciplina. Entre los objetivos de este proyecto se menciona el incremento de la reproducibilidad de las investigaciones, lograr mayor transparencia y evitar la duplicación de esfuerzos. Este repositorio puede ser utilizado por cualquier institución, grupo de investigación o comunidad académica para gestionar sus colecciones de datos. Además, forma parte del Sistema Nacional de Repositorios Digitales Abiertos de Ciencia y Tecnología (SILO), el cual reúne la producción científica y tecnológica nacional. (Agencia Nacional de Investigación e Innovación, 2024a).

En la actualidad, en este repositorio hay 22 conjuntos de datos publicados. Las áreas de conocimiento que publicaron más conjuntos son: Ciencias médicas, de la salud y de la vida, con 8 publicaciones, y Ciencias de la tierra y el medio ambiente, con 6 publicaciones. Este repositorio de carácter nacional es el primero con que cuenta Uruguay para disponibilizar los datos de sus investigaciones. Aunque no sea especializado en las Ciencias Ambientales, el repositorio admite los datos de esta disciplina y, de hecho, hasta el momento es una de las que más ha compartido sus datos por este medio.

Además, como ya se mencionó anteriormente, en el fondo de financiación de investigaciones Clemente Estable 2023 se agregó una cláusula en la que se ofrecía montos extra para quienes hubieran elaborado un PGD (Agencia Nacional de Investigación e Innovación, 2023). En los fondos Clemente Estable y María Viñas del 2024 se mantiene esta modalidad, otorgando un 10% extra a quienes realicen un PGD que asegure la posibilidad de reutilizar los datos (Agencia Nacional de Investigación e Innovación, 2024b). Según la bibliografía consultada, los incentivos institucionales para los investigadores son una de las acciones más necesarias para promover la disponibilización de los datos de investigación.

Recientemente la ANII también ha organizado conversatorios en los que se discutió y promovió la apertura de los datos de investigación. El 20 de mayo del 2024 se organizó la charla “Datos abiertos de investigación como generadores de redes y colaboración” en la Facultad de Ciencias Sociales, UdelaR. Participaron Hilary Hanahoe, secretaria general de Research Data Alliance, Regina Motz, de la Facultad de Ingeniería, y Nicolás Schmidt de la Facultad de Ciencias Sociales. En este conversatorio los participantes expusieron sobre la diferencia en los tipos de datos a través de las disciplinas, las políticas centradas en la ciencia abierta, así como sobre propiedad, arbitraje, servicio y rendición de cuentas (Asociación Nacional de Innovación e Investigación, 2024c)

Estas experiencias, todas surgidas en este año o el anterior, muestran que la ANII tiene un interés reciente por promover y apoyar la disponibilización de datos de investigación en la comunidad científica nacional. Hasta el momento, ese interés sólo se ha cristalizado en el repositorio de datos de investigación REDATA y la financiación extra en los proyectos concursantes por el fondo Clemente Estable. Se espera que las acciones de apoyo a los investigadores se amplíen en los próximos años.

Además de las iniciativas llevadas a cabo por la ANII, otros organismos han comenzado a prestar atención a las ventajas que presentan los datos abiertos de

investigación, otorgándoles un lugar de importancia en la elaboración de sus proyectos. En cuanto al ámbito de la información ambiental, recientemente el Ministerio de Ambiente desarrolló la Estrategia Nacional de Acción para el Empoderamiento Climático (ENACE), un plan estratégico que busca conseguir el empoderamiento climático del Uruguay. Bajo el concepto de empoderamiento climático este documento engloba los seis elementos planteados en el artículo 6 de la Convención Marco de Naciones Unidas y en el artículo 12 del Acuerdo de París: educación, formación, sensibilización pública, acceso público a información, participación pública, y cooperación internacional. El elemento a resaltar aquí es que, en su línea de acción número cuatro, se propone como algunas de las actividades la generación de datos y la creación de bases de datos abiertas. Por lo tanto, esta iniciativa es un ejemplo de aplicación de prácticas de datos abiertos en el ámbito de las ciencias ambientales en Uruguay (Ministerio de Ambiente, 2022).

Asimismo, la AGESIC ha mostrado interés por generar acciones que promuevan la divulgación de datos abiertos sobre el medio ambiente. En su Estrategia de Datos abiertos para el período 2021 - 2024 se menciona la intención de desarrollar proyectos transversales de publicación de datos incluyendo instancias de participación ciudadana sobre diversos temas, entre los que se encuentra el cambio climático. Además, en el año 2022 se realizó un concurso de datos climáticos abiertos donde los concursantes debían presentar proyectos relacionados con la temática. A su vez, se realizaron varios talleres sobre datos abiertos referentes al cambio climático (Agencia de Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información y del Conocimiento, 2023).

A partir de este recuento, se puede decir que tanto la institucionalización de las Ciencias Ambientales como las iniciativas de fomento a la apertura de los datos son fenómenos recientes en el Uruguay. Las dos organizaciones centradas en los estudios ambientales desde un enfoque multidisciplinar, el IECA y el CICA, fueron creados en los años 2011 y 2023 respectivamente. Asimismo, parece que la preocupación por la disponibilización y la gestión de los datos de investigación surgió en este territorio en los últimos años. Las acciones que fomentan en los investigadores las prácticas de datos abiertos aún son recientes y escasas. Además, no se encontraron iniciativas tendientes a la formación en la elaboración de PGD o, más en general, sobre gestión de datos de investigación. Más allá de las actividades organizadas por la AGESIC para impulsar la publicación de datos medioambientales, no se recabaron ideas tendientes a tratar la complejidad de los datos

generados por las Ciencias Ambientales, como podrían ser lineamientos institucionales en cuanto a los estándares de metadatos a utilizar.

3.3. Bibliotecas universitarias

3.3.1 Características de la biblioteca universitaria

Definir las bibliotecas universitarias es un asunto complejo, ya que desde su origen la institución ha evolucionado siguiendo los cambios originados en los distintos modelos pedagógicos de las universidades, las innovaciones tecnológicas en cuanto al almacenamiento y comunicación de la información, las modificaciones del sistema de comunicación científico y a los propios cambios de paradigma sucedidos al interior de la disciplina de bibliotecología.

Según Peretti, E. (2012), las primeras bibliotecas universitarias surgieron durante el período histórico conocido como la Baja Edad Media, junto con el nacimiento de las propias universidades. En esta época se produjeron algunos cambios en la sociedad, como la mejora de la economía rural, el resurgimiento de las ciudades, el nacimiento de la burguesía, el aumento de la población estudiantil y la aparición de la figura del maestro laico, que llevaron a la aparición de las universidades a partir de las escuelas y bibliotecas monásticas, que durante la Alta Edad Media habían sido los únicos preservadores de la cultura clásica y cristiana en Europa. La primera universidad europea fue la ubicada en la ciudad de Bologna, en Italia (1088). Le siguieron la universidad de La Sorbona (1215), en París, y la de Salamanca (1218), en España. En ese entonces, la biblioteca universitaria se centraba en la preservación y custodia de los materiales bibliográficos y no tanto en su disponibilización a los usuarios. No existía la imprenta, por lo que los libros eran copiados a mano y tenían un costo exorbitante. Por eso, los libreros alquilaban cuadernillos previamente autorizados por las autoridades para que los estudiantes pudieran estudiarlos. Las bibliotecas universitarias poseían una sección para el préstamo de libros a docentes y alumnos, que debían pagar una fianza por el servicio, y una sala de lectura en que el material de estudio permanecía encadenado en los atriles para que no fuera retirado del recinto. Si bien en ese entonces la biblioteca no estaba orientada hacia las necesidades de los usuarios, de todas formas logró extender el uso del libro hacia una población más extensa que en la Antigüedad y la Alta Edad Media.

Es en el siglo XVIII cuando el carácter de la biblioteca universitaria comienza a mudar (Gavilán, 2008). En la universidad de Gotinga, Alemania, la biblioteca comienza a ser el corazón intelectual de la institución al prestar un mayor cuidado a la formación de su colección, su organización y catalogación. Luego, la biblioteca universitaria europea tuvo que adaptarse a una nueva modalidad de educación impulsada por Wilhelm Von Humboldt, que se centraba en el descubrimiento de nuevos conocimientos y en el desarrollo de las capacidades intelectuales. La modalidad educativa del seminario exigía un nuevo tipo de biblioteca que hiciera accesible los documentos a docentes y estudiantes sin barreras físicas ni administrativas. En Norteamérica, las sociedades literarias generaron grandes colecciones que luego fueron absorbidas por las bibliotecas universitarias. A fines del siglo XIX, estas bibliotecas ofrecían una atención bastante amplia, espacios acogedores para el estudio y préstamos más laxos para facilitar el acceso a la lectura.

Esta síntesis histórica muestra que la biblioteca universitaria comenzó preocupándose principalmente en la preservación de los libros para luego comenzar a centrarse cada vez más en las necesidades del usuario. En el siglo XX la evolución de las bibliotecas universitarias fue más vertiginosa. En este período los cambios tecnológicos en las formas de almacenar conocimiento; la caracterización científica del trabajo bibliotecario con la aparición de la Documentación y los posteriores paradigmas de Shannon y Weaver, el paradigma cognitivo y el paradigma social; el aumento en la matrícula de las universidades y los nuevos enfoques pedagógicos en que los estudiantes comienzan a ser concebidos como sujetos activos en su aprendizaje, sacuden a lo largo del siglo a la biblioteca universitaria, forzándola actualizarse constantemente para continuar siendo útil a la universidad (González-Santos y Bicet-Álvarez, 2013).

Según Arriola Navarrete (2009), el objetivo principal de la biblioteca universitaria es eminentemente educativo, al igual que la propia universidad. Su misión y visión consiste en apoyar las funciones de la universidad: educación, investigación y difusión cultural (en el caso de las universidades latinoamericanas, el apoyo a la difusión cultural sería reemplazado por el apoyo a los servicios de extensión). Por lo tanto, el funcionamiento de la biblioteca universitaria está estrechamente vinculado con las necesidades de la institución a la que integra.

Según las normas mexicanas realizadas por el Consejo Nacional para Asuntos Bibliotecarios de las Instituciones de Educación Superior (CONPAB, 2005, como se citó en

Arriola Navarrete, 2009), las bibliotecas universitarias deben cumplir con estas características para ser consideradas como tales: capacidad de localizar, evaluar, reunir, organizar, preservar y brindar acceso a la información que apoye los programas académicos de la universidad, además de desarrollar en los usuarios consciencia sobre la importancia de la información; ser un apoyo sustantivo para el cumplimiento de la visión institucional; constituirse en un centro donde se promueve el aprendizaje y la creación de conocimiento; proveer servicios de información mediante las TICs; asumir un papel de enseñanza en el manejo de las tecnologías de información; ser gestora y administradora del conocimiento producido por su propia universidad; y promover y permitir el libre acceso a la información, entre otras características.

Las bibliotecas universitarias brindan los servicios básicos que realiza cualquier tipo de biblioteca: lectura en sala, préstamo a domicilio y consulta de materiales bibliográficos. Además, estas bibliotecas generalmente realizan referencias especializadas, formación de usuarios, préstamo de materiales digitales, indización y resumen de artículos, difusión selectiva de la información y extensión bibliotecaria (Arriola Navarrete, 2009). Además, Décima et al. (2018) menciona la Alfabetización Informacional (ALFIN) como un servicio importante realizado al interior de las bibliotecas universitarias, cuyo objetivo es que los estudiantes, docentes, investigadores y otros agentes de la comunidad adquieran habilidades que les permita identificar sus propias necesidades informacionales, satisfacerla con información de calidad y pertinente, y luego aplicar esa información en la toma de decisiones o en su divulgación. Además, los autores mencionan el asesoramiento a docentes e investigadores para la publicación de sus artículos, estudios y libros, y la gestión de buenas prácticas en la gestión de publicaciones científicas, como actividades realizadas por la biblioteca universitaria.

En cuanto a los profesionales que desempeñan su labor en las bibliotecas universitarias, sus competencias se han ido ampliando a medida que las nuevas tecnologías y necesidades de los usuarios lo requirieron. Además de preservar la cultura, intermediar entre la información y el usuario, informar y comunicar los contenidos de su acervo y asesorar a los usuarios en sus búsquedas, el profesional de la biblioteca universitaria también debe ser capaz de filtrar el gran cúmulo de información existente en la web, ayudando a que el usuario encuentre los recursos relevantes, y desempeñar el rol de educador en las habilidades informativas de los usuarios (Arriola Navarrete, 2009).

Los usuarios posibles de una biblioteca universitaria están conformados por todos los miembros pertenecientes a la institución en que la biblioteca está inserta: estudiantes de grado, maestría y posgrado, docentes e investigadores (Arriola Navarrete, 2009). Además, otros autores plantean que la utilización de la biblioteca universitaria debería ampliarse hacia el resto de los agentes de la sociedad que pudieran sacar provecho de ella.

En ese sentido, Torres Santo Domingo (2005) plantea que, si bien las funciones principales de la biblioteca universitaria son el apoyo a los procesos de enseñanza e investigación de la propia universidad, la biblioteca también debería poseer una tercera función de servicio a la comunidad. El “capital social” es un concepto surgido en los ochenta que refiere a la confianza, los valores, las normas, actitudes y redes tendidas entre los miembros de una sociedad. Una sociedad con gran capital social es más eficiente que una con un grado menor. Por eso, la autora apuesta a que la biblioteca universitaria realice iniciativas tendientes a aumentar ese capital en la sociedad donde está inserta. Algunas medidas que las bibliotecas universitarias ya realizan en la actualidad y están dirigidas al servicio a la comunidad: preservación de la memoria de las sociedades, participación en consorcios, proyectos y acuerdos nacionales e internacionales, fomento de la cultura y la ciencia en la comunidad, cooperación y acciones solidarias, y la defensa de derechos sociales de los individuos.

Como se mencionó anteriormente, uno de los determinantes del cambio en las bibliotecas universitarias a lo largo de la historia ha sido la innovación tecnológica. En ese sentido, varios autores hablan sobre la posición que ocupa este tipo de biblioteca ante los avances tecnológicos, particularmente al interior del sistema de comunicación científica.

Para Anglada (2012), las bibliotecas universitarias están en la vanguardia de la aplicación de novedades tecnológicas en sus servicios. Es una institución innovadora que ha sabido adaptarse e incluso adelantarse a los cambios propiciados por la tecnología. En los últimos tiempos, estas bibliotecas han favorecido las políticas de acceso abierto y han apoyado la creación de repositorios para resguardar y comunicar la producción de conocimiento de su institución; han aprovechado el espacio físico ganado a través de la obtención de colecciones digitales para crear un lugar que permite el uso social de la información, la instalación de ordenadores e incluso de cafeterías; desarrollaron herramientas de descubrimiento que permiten buscar entre todos los recursos que poseen sus colecciones; comenzaron a prestar libros digitales y a gestionar para los investigadores

un elemento que en los últimos años ganó relevancia en la comunicación científica: datos de investigación. El autor ve muy vivas a este tipo de bibliotecas, que supieron encontrar oportunidades en la tecnología para ampliar sus funciones a nuevos ámbitos por fuera de los tradicionales.

Por otro lado, Robinson (2009) menciona que las TICs hicieron que el rol de las bibliotecas universitarias se volviera más difuso y que es necesario que este tipo de bibliotecas replantee sus funciones. En la ciencia 2.0 la comunicación científica es realizada a través de medios que escapan al tradicional libro y artículo científico, ambos elementos gestionados por las bibliotecas. En esta forma de hacer ciencia los investigadores también comunican sus resultados a través de preprints, redes sociales académicas, blogs y wikis. El investigador publica en internet todo su proceso creativo y, debido a ello, las fuentes de información disponibles se dispersan. En ese sentido, el autor propone que la biblioteca universitaria se proponga como una de sus funciones canalizar todo el conocimiento producido por su universidad en un solo sitio: los repositorios institucionales. La creación y mantenimiento de los repositorios debe ser una labor de la biblioteca, que además debería aprovechar las estadísticas generadas por su uso para medir la producción científica de la institución. De esta forma, la biblioteca universitaria ayudaría a centralizar el acceso a un conocimiento científico que en la actualidad se encuentra disperso.

Por lo anteriormente visto, se desprende que la biblioteca universitaria está en proceso de cambio a raíz de las modificaciones en el sistema de comunicación científica. Este tipo de biblioteca se originó con un modelo que priorizaba la preservación de sus materiales. Luego, evolucionó paulatinamente otorgándole más importancia al uso que los usuarios hacían de la colección. Los cambios tecnológicos operados en la forma de almacenar y acceder a la información la obligaron a replantearse sus funciones. En la actualidad, el movimiento por la ciencia abierta les ofrece nuevas oportunidades para sumar a sus actividades tradicionales, como por ejemplo: la gestión de repositorios institucionales, el apoyo a la ciencia abierta, el control del conocimiento científico de sus instituciones y la gestión de datos abiertos de investigación.

3.3.2 Biblioteca universitaria y datos abiertos de investigación.

Entre las nuevas funciones que la biblioteca universitaria está proyectando para continuar sirviendo a las necesidades del usuario se encuentra la Gestión de Datos de Investigación (GDI).

La GDI es un proceso que busca asegurar el almacenamiento, la preservación y disponibilidad a largo plazo de los datos generados por las investigaciones. Para lograrlo, la GDI implica llevar a cabo acciones a lo largo del ciclo de vida de los datos. En una investigación los datos transitan por las siguientes etapas: la planificación de su recolección, tratamiento y preservación; su recolección; el control de su calidad, su descripción a través de metadatos; la preservación en repositorios; su descubrimiento a través de herramientas de búsqueda, la integración a nuevas investigaciones y su análisis. En ese sentido, la GDI conlleva la realización o establecimiento de buenas prácticas a lo largo de este proceso para que los datos sean encontrables, accesibles, interoperables y reutilizables. Por ejemplo, implica la creación de lineamientos para la elaboración de los PGDs, el establecimiento de estándares de metadatos para la descripción de los datos, la utilización de formatos digitales abiertos y óptimos para la preservación digital en repositorios, y su indización para que puedan ser encontrados por otros investigadores, entre otras acciones (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2020).

Hay varias razones por las cuales los autores plantean que las bibliotecas universitarias son un lugar propicio para desempeñar esta función. Como se expresó anteriormente, el apoyo institucional a los investigadores es crucial para lograr una mayor disponibilización de los datos en el sistema de comunicación científica. En ese sentido, algunos autores postulan que la biblioteca universitaria puede brindar este asesoramiento debido a su rol tradicional en la organización y disponibilización de la información científica. Alonso-Arévalo (2019) sostiene que casi todos los informes ponen en relieve las capacidades de los profesionales de las bibliotecas para realizar la GDI. Los bibliotecarios ya promueven y apoyan la gestión de repositorios y el intercambio de datos abiertos, por lo que su gestión forma parte de un desarrollo natural dentro las tareas y funciones de su profesión. Aun así, la GDI requiere a los profesionales adaptarse a nuevas tecnologías, por lo que además de oportunidades también representa desafíos. Por otro lado, Andrikopoulou et al. (2022) sostienen que las bibliotecas universitarias ya son los actores principales en las actividades

de GDI en Estados Unidos y Canadá, lo cual prueba que los bibliotecólogos pueden liderar las iniciativas en este ámbito gracias a su experiencia. Desempeñarse en la gestión de datos requiere que los profesionales no solo adquieran habilidades “duras”, asociadas a las competencias técnicas relacionadas con la administración de repositorios y la creación de metadatos, sino también habilidades “blandas” de liderazgo, comunicación y relacionamiento interpersonal. Con la GDI se abre un nuevo ámbito en que los bibliotecólogos pueden especializarse (Varela-Prado y Baiget, 2012).

Las iniciativas que puede proponer la biblioteca universitaria para concretar la Gestión de Datos de Investigación, ya sea desde una posición de liderazgo o auxiliar, son muy variadas. Angelozzi (2020) plantea que la biblioteca puede realizar actividades que envuelvan la capacitación de los usuarios, procesos operativos en cuanto a la gestión del archivo y preservación de los datos, y la generación de servicios relacionados con la búsqueda y reutilización de datos. En ese sentido, la biblioteca podría formar a los investigadores en la confección de los PGD, el licenciamiento de los conjuntos de datos, la creación de su información contextual, los aspectos éticos de la reutilización de datos y las normas disponibles para su citación. En cuanto a las acciones de nivel operativo, los profesionales podrían describir y documentar los datos, elegir los estándares de metadatos a utilizar, desarrollar ontologías, digitalizar conjuntos de datos históricos e integrar los catálogos y repositorios institucionales con los conjuntos de datos. Por último, entre los servicios que podría brindar la biblioteca se encuentran la búsqueda y recuperación de conjuntos de datos, la localización de buscadores y metabuscadores de datos, así como de repositorios que sean relevantes para su comunidad de usuarios, difusión de datos para incentivar su reutilización, y la creación de métricas de uso de los datos.

Hernández-Pérez (2016) también menciona algunas de estas actividades al hablar sobre las cuestiones a resolver por las bibliotecas universitarias en relación a la GDI. Además este autor describe, entre las iniciativas para ser llevadas a cabo por este tipo de bibliotecas, el enlazamiento de los datos con otros registros académicos como pueden ser las tesis y artículos científicos, el establecimiento de políticas que aseguren el cumplimiento de los requisitos de entidades financiadoras por parte de los investigadores (anonimización de los datos, fechas de liberación de los datos, etc.), y la orientación en la elección de estándares de metadatos por parte de los investigadores.

Alonso-Arévalo (2019) describe algunas acciones para que la biblioteca forme parte de la gestión de datos de investigación, entre las que se destacan: la aplicación de identificadores persistentes a los conjuntos de datos para poder rastrear e investigar su uso; la creación de una guía web para ayudar a los investigadores a encontrar los datos ofrecidos por la institución, extender las prácticas y la consciencia sobre la GDI, y la cooperación con otras unidades al interior de la universidad, como las oficinas de apoyo a la investigación. En cuanto al último elemento, el autor agrega que la cooperación es una oportunidad para que la biblioteca comience a ser mejor valorada por el resto de la comunidad.

Así, la GDI ofrece un gran abanico de dimensiones en las que la biblioteca universitaria puede insertarse para apoyar la disponibilización de datos abiertos de investigación. La realización de estas iniciativas probablemente dependerá de la formación en datos con las que cuenten los profesionales de las instituciones, el presupuesto disponible para que la biblioteca amplíe sus funciones y de las propias necesidades del servicio universitario en que se encuentre inserta, así como de las áreas del conocimiento a las que pertenecen sus usuarios. Algunas bibliotecas podrían emprender gran parte de las acciones citadas y realizar una gestión que abarque gran parte del ciclo de vida de los datos generados por su institución, mientras que otras pueden limitarse a un rol auxiliar brindando su apoyo en alguna de las fases necesarias para el GDI.

En este sentido, la colaboración interinstitucional también puede ser un medio útil para que las bibliotecas universitarias logren establecer políticas en relación al GDI que sean abarcativas, tengan en cuenta las necesidades del investigador y eviten las duplicaciones de esfuerzos, abaratando así los costos. En Estados Unidos, seis bibliotecas pertenecientes a las universidades Minnesota, Cornell, Penn State, Illinois, Michigan y Washington, se organizaron para crear el proyecto “Data Curation Network” para mejorar el apoyo al investigador. El proyecto permitiría que las bibliotecas trabajen de manera colectiva y más eficazmente, ofreciendo más variedad de tipos de datos para su reutilización que los que podría ofrecer una sola institución (Alonso-Arévalo, 2019). Entonces, la colaboración puede ser una opción para las unidades con presupuestos más reducidos que no les permitan asignar personal para las actividades relacionadas con datos.

Aunque realizar iniciativas relacionadas con la GDI en la biblioteca universitaria puede ser demandante, algunos autores sostienen que puede ayudar a mejorar la imagen que la comunidad científica posee sobre este tipo de unidades. Andrikopoulou et al. (2022)

investigó el impacto que tuvo la gestión de datos y encontró que las bibliotecas universitarias australianas mejoraron su posicionamiento al interior de las universidades al cooperar con la gestión de datos junto con los investigadores. Algunos bibliotecólogos creen que la GDI puede aumentar el prestigio de sus bibliotecas y universidades. Además, los autores de esta investigación alertan que los profesionales bibliotecarios compiten con servicios privados en el ámbito de la gestión de datos de investigación. Si no vuelven sus contribuciones visibles, el rol podría ser abarcado por otros tipos de profesionales.

Alrededor del mundo, la realización de GDI en las bibliotecas universitarias es dispar. En Argentina, Gisela Martín y Schmidt (2023) estudiaron la gestión de datos abiertos en las bibliotecas de universidades privadas. En general, encontraron que la mayoría de estas bibliotecas no dispone de políticas o procedimientos asociados con la GDI. Ninguna de las bibliotecas encuestadas posee un repositorio para datos de investigación, la mayoría no posee personal capacitado para realizar actividades de GDI y el número de iniciativas realizadas sobre datos de investigación es mínimo. Aun así, gran parte de los directores de estas instituciones creen que la biblioteca debe liderar estos procesos y planifican acciones para desarrollar en el futuro, entre las que se encuentran la capacitación de usuarios, creación de repositorios y brindar apoyo técnico en cuanto a la búsqueda y cita de datos.

Marín-Arraiza et al. (2019) realizaron una investigación exploratoria para brindar una visión general sobre el tratamiento de los datos al interior de las bibliotecas universitarias europeas y latinoamericanas. El estudio no encontró páginas informativas sobre servicios de GDI en los países latinoamericanos, excepto en Chile. Las estrategias en GDI aún son incipientes en América Latina y generalmente son realizadas a nivel nacional y no institucional, aunque se perciben avances acompañados por la Biblioteca CEPAL y por el proyecto LEARN. En cambio, la mayoría de las bibliotecas universitarias europeas analizadas posee una política de gestión de datos de investigación visible a través de su página web. Los servicios ofrecidos se centran en la asesoría en las diferentes partes del proyecto científico.

Por último, según Alonso-Arévalo (2019) la mitad de las bibliotecas universitarias en Estados Unidos ya tienen algún tipo de programa de apoyo a la gestión de datos. El estudio de Tenopir et al. (2019) investigó la GDI realizada en bibliotecas universitarias estadounidenses y canadienses a través de una encuesta a sus directores. Esta investigación reveló que en estos países el número de bibliotecas universitarias que realizan algún servicio relacionado con la GDI aumentó en estos últimos años. La mayoría de servicios brindados

son de índole informacional. En cuanto a las bibliotecas que no realizan iniciativas sobre gestión de datos, las principales razones brindadas fueron la falta de presupuesto, falta de interés por parte de los investigadores y docentes, falta de personal y escaso apoyo institucional.

El desarrollo de la gestión de datos de investigación en las bibliotecas universitarias parece ser una cuestión incipiente alrededor del mundo. Aunque presenta varios desafíos en cuanto a los costos, el número de personal disponible y su capacitación, y en la cooperación con otros sectores al interior de las propias universidades, la GDI podría ayudar a mejorar la imagen de las bibliotecas universitarias al tiempo en que podría auxiliar en su labor a los investigadores. En latinoamérica las iniciativas se encuentran en una etapa más temprana de desarrollo en comparación con el resto, pero se espera que en estos años se realicen acciones tendientes a aumentar la frecuencia con que las bibliotecas auxilian o lideran los procesos de GDI.

4. Resultados

En orden de obtener los datos necesarios para responder a la pregunta de investigación se elaboraron dos herramientas de recolección de información.

En primer lugar, se construyó un cuestionario que fue suministrado a los investigadores del Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales (IECA), perteneciente a la Facultad de Ciencias, Udelar. Las preguntas de este cuestionario fueron estructuradas según las siguientes categorías de análisis: 1. Familiaridad de los investigadores de ciencias ambientales con el concepto de ciencia abierta y datos abiertos de investigación; 2. Posturas existentes dentro de la comunidad científica de las ciencias ambientales en relación al movimiento de ciencia abierta y a los datos abiertos de investigación; 3. Prácticas científico-académicas de los investigadores de las ciencias ambientales relacionadas con los datos abiertos de investigación; 4. Desafíos y dificultades presentes en la apertura y reutilización de datos pertenecientes a las ciencias ambientales en el Uruguay; 5. Oportunidades e iniciativas para el fomento de la apertura y reutilización de datos de las ciencias ambientales en Uruguay, y 6. La percepción de los investigadores de ciencias ambientales sobre la biblioteca universitaria en relación al proceso de apertura y reutilización de los datos.

El contacto con dicho instituto fue entablado a través de email. Se obtuvo un primer contacto con su secretaria, la cual luego distribuyó el cuestionario a los investigadores del IECA. Finalmente, el cuestionario fue completado por un 8,2% del total de los investigadores nucleados bajo dicha institución.

Se considera que la baja cantidad de respuestas obtenidas es un dato significativo en sí mismo que podría indicar el carácter incipiente de la preocupación en la comunidad científica del Uruguay por los datos de investigación y su correcta apertura y reutilización.

El contacto con la biblioteca de la Facultad de Ciencias se realizó a través de email. Se realizó una entrevista conjunta con la directora de la biblioteca y con la bibliotecóloga a cargo de la sección de procesos técnicos, que además es la funcionaria más familiarizada con la temática de acceso abierto y datos abiertos de investigación por ser la persona encargada de controlar y analizar la producción científica elaborada por la facultad. Las preguntas de esta entrevista semi-estructurada fueron construidas a partir de las siguientes categorías de análisis: 1. Familiaridad de la biblioteca universitaria con el concepto de ciencia abierta y

datos abiertos de investigación; 2. Postura de la biblioteca universitaria en relación al movimiento de ciencia abierta y a los datos abiertos de investigación; 3. Percepción de la biblioteca universitaria sobre los desafíos y dificultades que atraviesan los investigadores de ciencias ambientales uruguayos a la hora de reutilizar y compartir datos de investigación; 4. Rol percibido de la biblioteca universitaria en relación a los datos abiertos de investigación, y 5. Iniciativas que realiza o que planea realizar la biblioteca universitaria para auxiliar a los investigadores en la gestión de datos de investigación en abierto.

5. Análisis de los resultados

5.1 Análisis de las respuestas obtenidas a través del cuestionario enviado al IECA

5.1.1 Familiaridad de los investigadores de ciencias ambientales con el concepto de ciencia abierta y datos abiertos de investigación

En relación a esta categoría de análisis se solicitó a los investigadores que explicaran según sus propias palabras qué entendían por los conceptos de ciencia abierta y datos abiertos de investigación.

Sobre el concepto de ciencia abierta, las respuestas obtenidas evidencian que los investigadores tienden a asociar esta idea mayoritariamente con el libre acceso a los productos de la actividad científica así como con la transparencia en el proceso de investigación. Por citar un ejemplo, algunos de los investigadores expresaron:

“Entiendo por "ciencia abierta" aquella que permite el acceso a todos sus productos, tanto al producto final deseable en toda investigación culminada (el artículo científico) como a los que reflejan la culminación de las diferentes etapas (diseño experimental, colecta de datos, análisis de datos, etc.). Las principales características son las mismas que usamos para definir a la "ciencia", siendo algunas de las principales su originalidad y su verificabilidad (es decir que sus resultados sean verificados y verificables)“.

“Ciencia abierta es el acceso libre al conocimiento científico en todas sus formas, publicaciones, datos, metodologías, infraestructura, tecnología, etc. Además, la democratización social del conocimiento científico y sus beneficios fuera del ámbito académico”.

A la hora de analizar su familiaridad con el concepto, es de utilidad recordar que la UNESCO (2021, p. 7) define a este concepto como una combinación de diversos movimientos y prácticas destinadas a volver a los conocimientos científicos accesibles y reutilizables, así como a incrementar la cooperación científica y abrir los procesos de creación, evaluación y comunicación de los conocimientos científicos para todos los sectores de la sociedad. Además, la UNESCO define los pilares en los que se basa esta nueva forma de hacer ciencia:

conocimiento científico abierto, lo que incluye a la apertura de las publicaciones científicas, datos de investigación y sus metadatos; infraestructura de la ciencia abierta, que implica el desarrollo de las revistas y las plataformas de publicación de acceso abierto; la participación abierta de los agentes sociales, o sea, la colaboración de la comunidad científica con agentes de la sociedad ajenos a ella, y el diálogo abierto con otros sistemas de conocimiento que no sean necesariamente científicos (pp. 9-16).

En ese sentido, se percibe que en las apreciaciones realizadas por los investigadores se encuentran ausentes otras nociones que también son abarcadas por este concepto, como el aumento de la cooperación científica, la colaboración de la sociedad en los procesos científicos y el diálogo abierto con otros sistemas de conocimiento ajenos a la ciencia. Las respuestas de los investigadores se acercan más al concepto de acceso abierto que al de ciencia abierta como tal, el cual es más abarcativo.

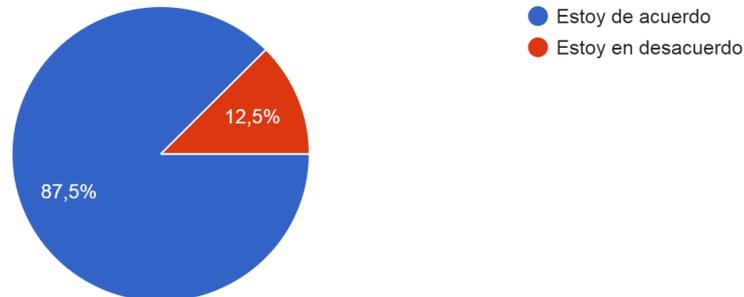
En cuanto a su familiaridad con el concepto de datos de investigación, las respuestas obtenidas muestran un entendimiento a grandes rasgos del asunto. Los investigadores reconocen a este tipo de datos como uno que puede ser utilizado libremente por la sociedad. Solo una respuesta mencionó que deben cumplir un estándar de calidad para ser denominados como tales, y dos hicieron referencia a la infraestructura tecnológica necesaria para difundirlos. No se obtuvieron referencias en relación a la necesidad de reconocer autorías o a los metadatos necesarios para su gestión y reutilización, elementos fundamentales en los datos orientados a ser compartidos con terceros.

5.1.2 Posturas existentes dentro de la comunidad científica de las ciencias ambientales en relación al movimiento de ciencia abierta y a los datos abiertos de investigación.

Según los resultados obtenidos en esta categoría de análisis, una amplia mayoría de los investigadores consultados (87,5%) considera que la apertura de los datos de investigación contribuye positivamente al desarrollo de la ciencia.

La apertura y disponibilización de los datos generados por investigaciones constituye una contribución positiva al desarrollo de la ciencia.

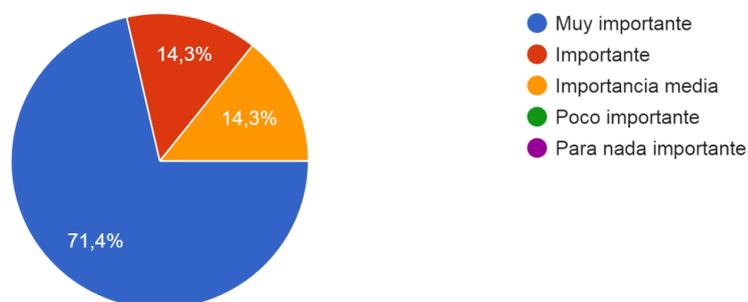
8 respuestas



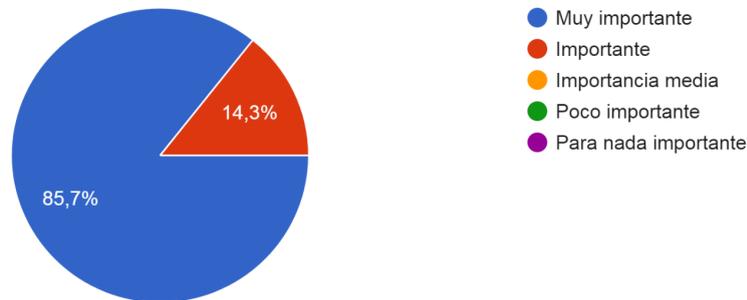
Para obtener una visión más detallada de su opinión, en el cuestionario se listó una serie de beneficios relacionados con la apertura de los datos que ellos debían evaluar según la importancia con que los percibían. Los investigadores valoraron muy favorablemente la capacidad de los datos abiertos de investigación para disminuir la duplicación de esfuerzos y para permitir que se generen varios abordajes a partir de los mismos conjuntos de datos (71,4% de los investigadores respondieron que era “muy importante” en ambas opciones). Además, son considerados positivamente para el monitoreo del ambiente (85,7% de los investigadores respondieron que era “muy importante”).

La publicación de los datos de investigación contribuye a disminuir la duplicación de esfuerzos en la actividad científica

7 respuestas



Los datos de investigación en abierto son importantes para el monitoreo del ambiente
7 respuestas



Las respuestas obtenidas coinciden con lo que había sido formulado por Shen (2018) en cuanto a los datos de la ciencia ambiental como fundamentales para el análisis, la inspección y la evaluación del ecosistema. La disminución de la duplicación de esfuerzos es uno de los objetivos que persigue la ANII con la creación de REDATA (Agencia Nacional de Investigación e Innovación, 2024a). Por lo tanto, las respuestas de los investigadores en este asunto se encuentran en línea con lo explorado en la revisión bibliográfica.

Uno de los respondientes que no consideró a la apertura de los datos de investigación como un elemento que contribuya positivamente al desarrollo de la ciencia realizó la siguiente aclaración:

“La apertura de datos NO NECESARIAMENTE redundaría en un beneficio (que es distinto a decir que no redundaría en un beneficio). Un ejemplo es la utilización de datos colectados con esfuerzo personal de científicos, para ser procesados con fines de lucro por parte de centros de desarrollo tecnológico”.

En este sentido, es necesario recordar las denuncias que realiza Mirowski (2018) de las grandes corporaciones que utilizan grandes cúmulos de datos abiertos para obtener un beneficio personal. Queda evidenciado que en la comunidad científica hay mayoritariamente una valoración positiva de la apertura de los datos de investigación, pero al mismo tiempo también existe una visión crítica sobre algunas de sus consecuencias.

En general, la comunidad científica de las ciencias ambientales expresa una visión favorable a la apertura de los datos de investigación. Valoran mayoritariamente la posibilidad de que esta iniciativa disminuya la duplicación de esfuerzos, ayude a monitorear el medio

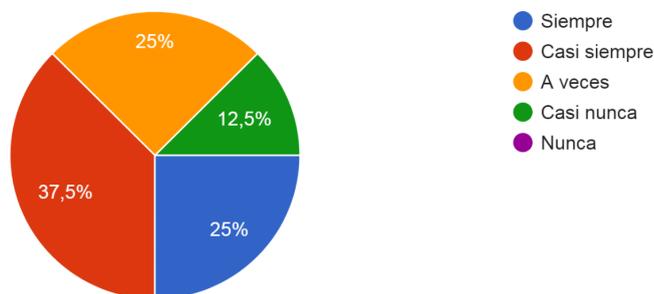
ambiente y posibilite la existencia de varios abordajes a partir de los mismos conjuntos de datos. Además, existe una visión crítica en cuanto al aprovechamiento de los datos abiertos por parte de empresas que buscan lucro personal.

5.1.3 Prácticas científico-académicas de los investigadores de las ciencias ambientales relacionadas con los datos abiertos de investigación.

En esta categoría de análisis se consultó a los investigadores la frecuencia con que comparten sus datos y reutilizan datos de otros investigadores, así como el medio que utilizan para compartirlos.

Un 25% de los investigadores contestó que siempre comparte sus datos. El 37,5% contestó que los comparte casi siempre. Un 25,5% los comparte a veces y un 12,5% casi nunca.

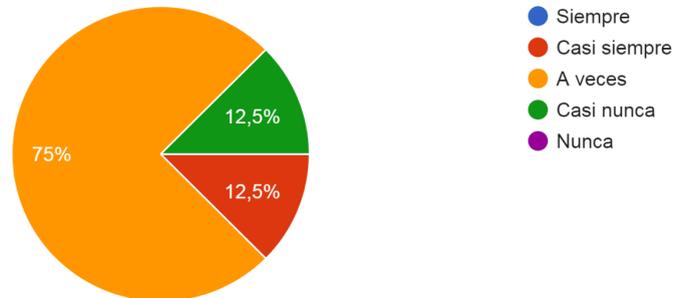
¿Con qué frecuencia comparte los datos generados por sus propias investigaciones?
8 respuestas



En cuanto a la frecuencia con que utilizan datos de otros investigadores en sus propia investigaciones, un 75% contestó que los utiliza a veces, un 12,5% casi siempre y otro 12,5% casi nunca.

¿Con qué frecuencia reutiliza datos generados por otros investigadores en sus propias investigaciones?

8 respuestas

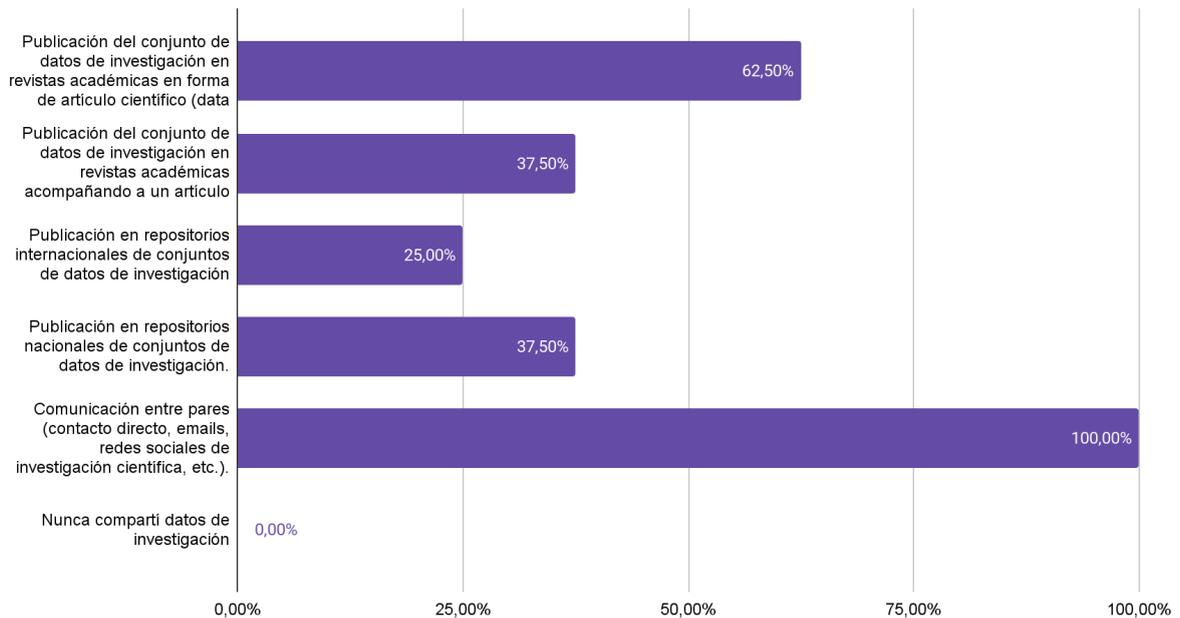


Por lo tanto, en las respuestas obtenidas no se observa el fenómeno que describe Peset Mancebo et al. (2017, p. 5) según el cual los investigadores reutilizan datos en una mayor medida en que los comparten. A partir de este estudio observamos un alto porcentaje de investigadores que comparte sus datos siempre o casi siempre (62.5%). La reutilización de datos pareciera ser una alternativa que los investigadores utilizan en algunas ocasiones para realizar sus propias investigaciones.

En cuanto a los medios utilizados para compartir los datos, el más frecuente es la comunicación entre pares (contacto directo, emails, redes de investigación científica), utilizado por todos los investigadores que respondieron al cuestionario. Esto implica una serie de dificultades para aquellos que deseen analizar o evaluar la disponibilización y reutilización de datos en esta comunidad científica, ya que alguna información valiosa tal como los tipos de datos compartidos, los metadatos utilizados para su descripción y la cantidad de datos disponibles en abierto podría no estar disponible públicamente. Además, estas respuestas dejan entrever el alto grado de cooperación y comunicación entre pares que existe en esta comunidad científica.

Además, muchos investigadores publican sus conjuntos de datos a través de data papers (62,5%) o acompañando al artículo científico (37,5%). La publicación de datos a través de revistas académicas podría o no ser deseable dependiendo de las políticas de la revista elegida para su publicación en cuanto a la preservación digital y disponibilización de los datos (Peset Mancebo et al., 2017, p.4). Si la revista es de suscripción, los datos podrían no estar disponibles para el público general.

¿Qué medios utiliza para compartir los datos de sus investigaciones?



En general, se observa un alto grado de apertura y reutilización de datos de investigación. Los investigadores parecen compartir sus datos mayoritariamente a través de vías informales de comunicación científica. Las revistas científicas también aparecen como un medio utilizado frecuentemente, lo cual deja incógnitas en cuanto a la posibilidad de acceder a esos datos en el futuro y bajo qué condiciones.

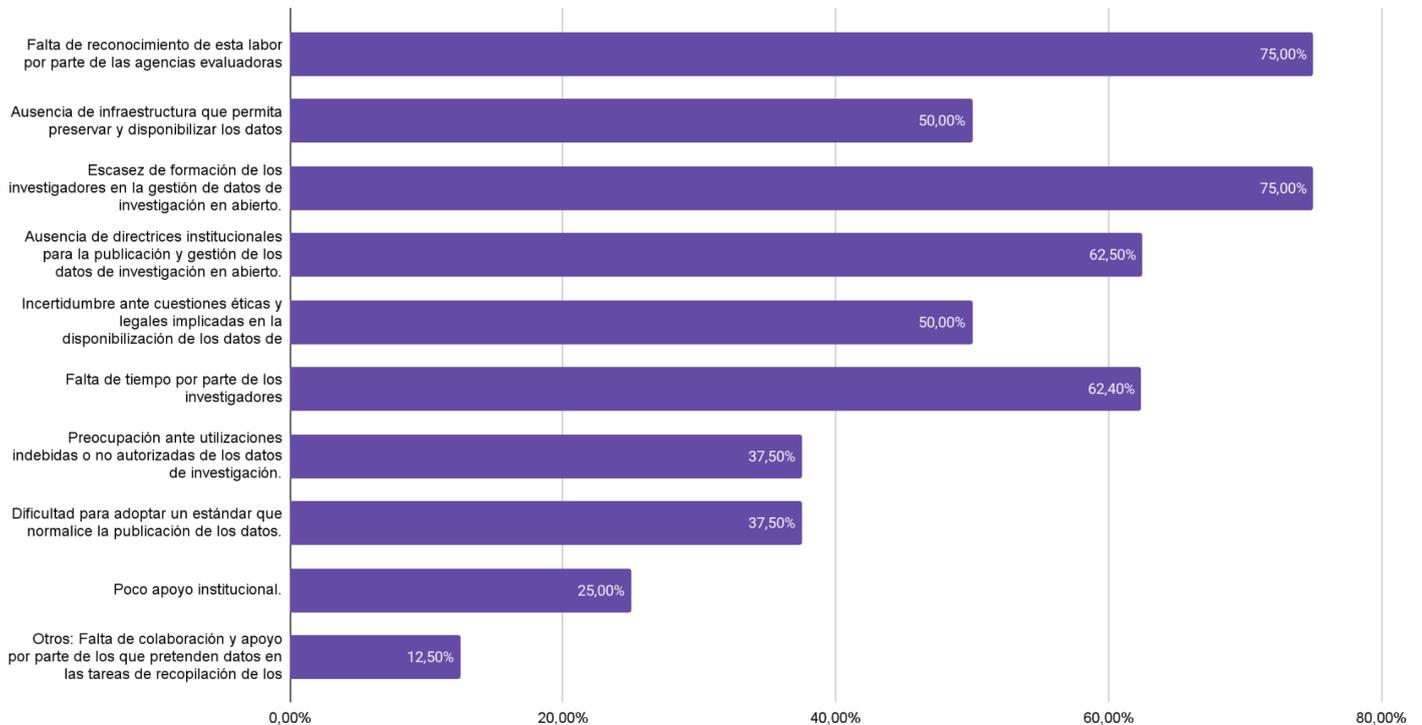
5.1.4 Desafíos y dificultades presentes en la apertura y reutilización de datos pertenecientes a las ciencias ambientales en el Uruguay.

En esta categoría de análisis se consultó a los investigadores sobre los principales factores que dificultan o desincentivan la publicación y reutilización de datos de investigación.

Los factores seleccionados más frecuentemente como desafíos y dificultades para la disponibilización de los datos fueron la falta de reconocimiento por parte de las agencias evaluadoras y la falta de formación de los investigadores (ambos seleccionados por el 75% de los encuestados). Estos datos coinciden con las barreras que Alcalá (2018) encontró previamente formuladas en los estudios de Jubb y Van-der-Eynden. Por otro lado, la dificultad para adoptar un estándar que normalice la publicación de los datos fue seleccionada solo por el 37,5% de los investigadores, lo que contrasta con el estudio de Luzi

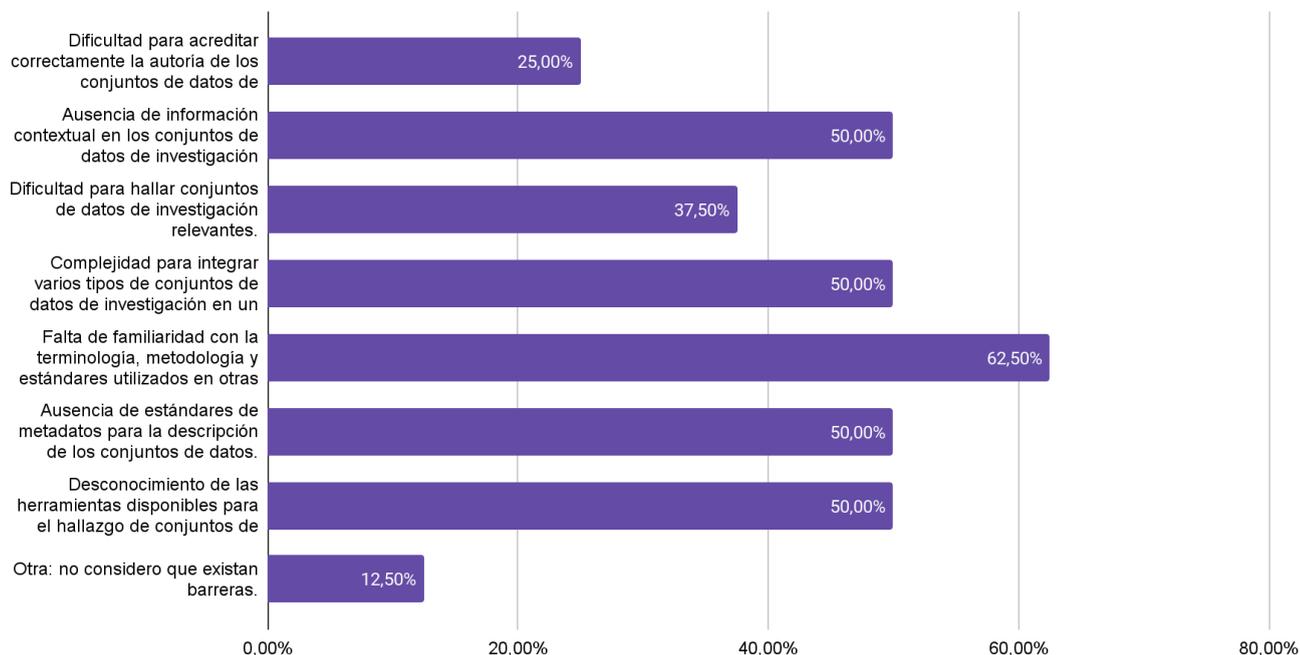
et al. (2013), en el que la ausencia de estándares figuraba como uno de los obstáculos para la apertura de los datos más frecuentemente mencionados por los encuestados.

Según su opinión, ¿cuáles son los principales factores que dificultan o desincentivan la publicación de los datos de investigación por parte de los investigadores?



En cuanto a las barreras que se interponen a la hora de reutilizar los datos de investigación, es interesante el hecho de que la opción “falta de familiaridad con la terminología, metodología y estándares utilizados en otras disciplinas científicas” haya sido la más elegida por los encuestados. Probablemente estas respuestas sean debidas especialmente al carácter multidisciplinario de las ciencias ambientales. Beretta et al. (2021, pp. 1-2), así como Crystal-Ornelas (2022) mencionan que las distintas terminologías y vocabularios utilizados al interior de cada disciplina dificultan la utilización de los distintos conjuntos de datos.

Según su propia experiencia, ¿cuáles cree que son las principales barreras que se interponen a la hora de reutilizar datos generados por otros investigadores?



En ese sentido, las problemáticas que presentan los investigadores en relación a la disponibilización y reutilización de datos son variadas. Se acusan varios obstáculos que están relacionados con la percepción de un escaso apoyo institucional, en particular referido a la escasez de formación de los investigadores y a la falta de reconocimiento de las agencias evaluadoras de las tareas relacionadas con la gestión de datos. Además, hay obstáculos que son inherentes a la multidisciplinariedad de las ciencias ambientales.

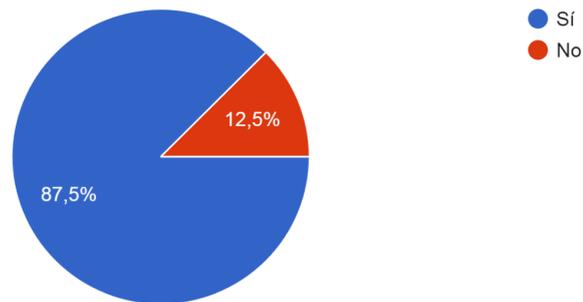
5.1.5 Oportunidades e iniciativas para el fomento de la apertura y reutilización de datos de las ciencias ambientales en Uruguay.

A través de esta categoría de análisis se pretendió recabar la opinión de los investigadores en cuanto a las iniciativas que podrían realizarse para fomentar la apertura y reutilización de datos. Además, se les consultó si conocían iniciativas realizadas en el Uruguay destinadas a promover o apoyar la apertura de datos de investigación relacionadas con las ciencias ambientales.

Un 87,5% de los investigadores respondieron que conocían iniciativas uruguayas relacionadas a la apertura de datos de investigación en las ciencias ambientales.

¿Conoce alguna iniciativa realizada en Uruguay que busque promover o facilitar la gestión de datos de investigación en abierto?

8 respuestas



Entre las iniciativas mencionadas por los encuestados hay dos que no habían sido recogidas en la revisión bibliográfica realizada previamente. Biodiversidata es un proyecto colaborativo iniciado en el año 2018 por Florencia Grattarola a partir de su proyecto de doctorado en la University of Lincoln (Reino Unido). Este proyecto busca almacenar y disponibilizar datos abiertos que documentan la presencia de organismos en el territorio uruguayo (Biodiversidata, s.f.). NaturalistaUY es un proyecto impulsado por la asociación civil JULIANA y por Biodiversidata en colaboración con INaturalist. Esta iniciativa permite que sus usuarios compartan observaciones de la naturaleza. El sitio alienta la participación de investigadores pertenecientes a la comunidad científica como también de ciudadanos aficionados por la temática, por lo que es un ejemplo de un proyecto realizado en el marco de la ciencia ciudadana (NaturalistaUY, s.f.).

En cuanto a las iniciativas que los investigadores creen podrían realizarse para fomentar la apertura de datos de las ciencias ambientales en Uruguay, la mayoría de las respuestas obtenidas proponen la realización de instancias de formación sobre la temática de datos abiertos para los investigadores. Por ejemplo, algunos de los encuestados respondieron:

“Espacios de formación sobre las ventajas de disponer de repositorios de datos abiertos que cumplen con niveles aceptables de calidad”

“La promoción de cursos de formación en esta temática”

Además, también se mencionó la necesidad de reconocimiento académico para quienes comparten sus datos así como apoyo institucional. Por ejemplo, uno de los encuestados respondió lo siguiente:

“Lo principal es apoyar la tarea de los investigadores a la hora de coleccionar datos (en la actualidad hay interpretaciones de la normativa que implican dificultades la obtención de datos primarios). Es fundamental el reconocimiento académico e institucional para quienes provean datos (hoy se apela a un discurso de "obligación ética" de compartir datos, sin embargo quien lo hace recibe escaso o nulo reconocimiento o mérito académico).”

Las iniciativas propuestas por los investigadores están fuertemente relacionadas a las dificultades que enfrentan a la hora de gestionar sus datos. La falta de reconocimiento por parte de las agencias evaluadoras y la falta de formación fueron las opciones más marcadas cuando se les preguntó anteriormente sobre los principales obstáculos a la hora de compartir los datos de investigación. Por lo tanto, tiene sentido que las iniciativas propuestas sean la realización de instancias de formación y el aumento del reconocimiento académico de la labor relacionada a la provisión de datos hacia la comunidad.

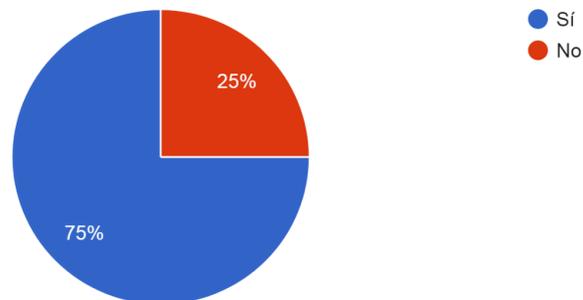
5.1.6 Percepción de los investigadores de ciencias ambientales sobre la biblioteca universitaria en relación al proceso de apertura y reutilización de los datos

Para conocer la percepción de los investigadores sobre la biblioteca universitaria en relación a la temática de datos abiertos de investigación se les realizó dos preguntas.

En primer lugar, se les realizó la siguiente interrogante: ¿Considera que la biblioteca universitaria debería apoyar los procesos de la gestión de datos de investigación? Un 75% de los encuestados respondió positivamente, mientras que el resto consideró que la biblioteca no debería realizar esa función.

¿Considera que la biblioteca universitaria debería apoyar los procesos de la gestión de datos de investigación?

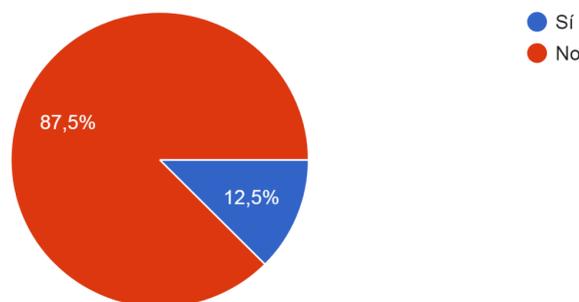
8 respuestas



En cambio, cuando fueron consultados sobre si alguna vez acudieron a una biblioteca universitaria para recibir apoyo en relación con los datos de investigación, un 87% respondió negativamente y sólo un 12,5% positivamente.

¿Alguna vez acudió a una biblioteca universitaria para recibir apoyo en relación a la publicación o reutilización de datos de investigación?

8 respuestas



Por lo tanto, la mayoría de los investigadores considera que la biblioteca debería participar en la gestión de datos de investigación, lo cual es un dato positivo a tener en cuenta a la hora de realizar proyectos a través de estas instituciones. Alonso-Arévalo (2019) sostiene que casi todos los informes ponen en relieve las capacidades de los profesionales de las bibliotecas para realizar la GDI (gestión de datos de investigación). En ese sentido, es posible que las bibliotecas universitarias puedan cumplir con las expectativas de los

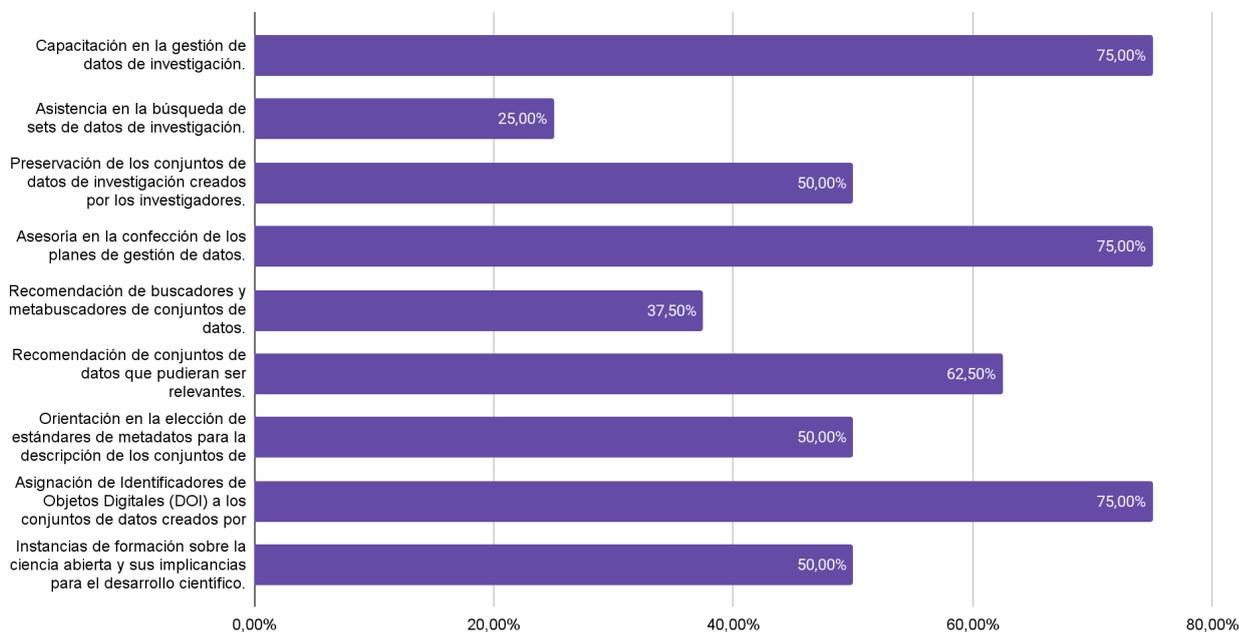
investigadores en el futuro. Aún así, parece ser que en la actualidad los investigadores no están recibiendo apoyo en la gestión de datos o, si lo hacen, no es por medio de su biblioteca universitaria.

Además, se consultó a los investigadores sobre los servicios relacionados con los datos abiertos que les gustaría recibir de su biblioteca universitaria. Es de destacar que, entre los servicios listados en el cuestionario, la asistencia en la búsqueda de conjuntos de datos de investigación y la recomendación de buscadores y metabuscadores de conjuntos de datos fueron las opciones menos preferidas por los investigadores, con un 25% y 37%, respectivamente, de los encuestados seleccionándolas. Esto es significativo, ya que la asistencia en la búsqueda de la información es una función básica y representativa de la biblioteca. Esto podría sugerir que las bibliotecas universitarias interesadas en embarcarse en proyectos relacionados con la materia deberían mirar más allá de las funciones tradicionales de su institución a la hora de pensarlos y diseñarlos.

En cambio, las iniciativas que conllevan la capacitación de los usuarios fueron seleccionadas muy frecuentemente por los investigadores. Los servicios de capacitación en la gestión de datos de investigación y de asesoría en la confección de PGD fueron seleccionados por un 75% de los investigadores. Las instancias de formación sobre ciencia abierta y sus implicancias sobre el desarrollo científico fue seleccionada por un 50% de los encuestados. Estos resultados fortalecen lo anteriormente observado en cuanto a la ausencia de formación como un obstáculo a la hora de compartir datos de investigación. Además, el interés por un servicio que brinde asesoramiento en la confección de los PGD tiene sentido teniendo en cuenta que, recientemente, la ANII ofrece más financiamiento a los proyectos de investigación básica que posean un PGD (ANII, 2023).

Por otro lado, a un 75% de los investigadores le gustaría contar con un servicio de asignación de DOIs para sus conjuntos de datos, y un 50% un servicio de preservación de los datos. Por lo tanto, también hay interés por que la biblioteca tenga un rol que implique la gestión técnica de los datos.

En relación a la publicación y reutilización de los datos de investigación, ¿cuáles de estos servicios gustaría recibir por parte de su biblioteca universitaria?



Angelozzi (2020) plantea que la biblioteca puede realizar actividades que envuelvan la capacitación de los usuarios, procesos operativos en cuanto a la gestión del archivo y preservación de los datos, y la generación de servicios relacionados con la búsqueda y reutilización de datos. Según los resultados de esta encuesta, los investigadores están más interesados en las actividades que envuelven la capacitación de los usuarios, seguidas de cerca por las actividades de gestión y preservación. El único servicio relacionado con la búsqueda de datos por el que los investigadores mostraron especial interés es el de recomendación de conjuntos de datos que pudieran ser relevantes (62,5%). Este servicio se distingue de los que proponen la asistencia en la búsqueda de conjuntos de datos porque requiere de una actitud proactiva por parte de la biblioteca.

En este sentido, a través de las respuestas obtenidas se puede vislumbrar que a los investigadores les gustaría obtener servicios de la biblioteca universitaria que van más allá de su rol tradicional de proveedor / auxiliar en la obtención de información. Los encuestados expresan una preferencia hacia los servicios de capacitación, probablemente a raíz de que la falta de formación es considerada como un obstáculo a la hora de compartir y reutilizar

datos de investigación. Los servicios relacionados a la gestión y preservación de los datos ocupan un segundo lugar.

5.2 Análisis de los resultados obtenidos a través de la entrevista con la biblioteca universitaria de la Facultad de Ciencias

5.2.1 Familiaridad de la biblioteca universitaria con el concepto de ciencia abierta y datos abiertos de investigación.

En esta categoría de análisis se solicitó a las funcionarias de la biblioteca que definieran según sus propias palabras los conceptos de ciencia abierta y datos abiertos de investigación.

Las definiciones de ciencia abierta proporcionadas por las entrevistadas **hacen un énfasis mayoritariamente en el incremento de la cooperación entre los científicos, así como en la importancia de la socialización de los productos de la ciencia.** Por ejemplo, una de ellas expresó:

“(...)tiene que ver con un movimiento que se está dando ahora. Es darse cuenta de que la ciencia es un efecto social y cooperativo, que no tiene sentido una ciencia aislada y que para que se de esa cooperación y ese movimiento de unión precisas que la ciencia se difunda, se comparta”

Asimismo, mencionaron que los postulados de la ciencia abierta pueden provocar un avance más acelerado del sistema científico. En particular, colocaron como un ejemplo la emergencia provocado por el virus SARS-CoV-2, en la cual la cooperación científica fue fundamental para generar conocimiento sobre el fenómeno:

“En parte ahora lo que fue el Covid, que es uno de los ejemplos que se toma. Como hizo que en todas partes del mundo se fueran uniendo para encontrar la solución al problema que había en un momento. Si hubiera sido una ciencia cerrada, en contraposición a ese concepto, cada uno hubiera estado aislado en su laboratorio tratando de hacer pruebas para encontrar una solución. En cambio ese movimiento permitió que se compartieran los resultados, los avances y los retrocesos que se tenían”

La cooperación entre los científicos y el acceso abierto a los resultados de la ciencia fueron los elementos mencionados con más énfasis a la hora de hablar sobre el movimiento por la ciencia abierta. En la definición de la UNESCO (2021, pp. 9-16) se mencionan otros

pilares, como el desarrollo de infraestructura de ciencia abierta, la colaboración de la comunidad científica con otros agentes de la sociedad y el diálogo con otros sistemas de conocimiento.

En cuanto al concepto de datos abiertos de investigación, las entrevistadas lo definieron como un tipo de dato que puede ser reutilizado libremente por terceros. Además, hicieron énfasis en su importancia para que las investigaciones científicas puedan ser replicadas:

“El tema de los datos es que vos, cuando vas a hacer una investigación, dejes el dato disponible para que alguien pueda replicar esa investigación, ya sea para ver si llegaste al mismo dato o, como pusimos ese ejemplo, para demostrar que esa investigación es un error. También creo que es una forma de exponerte a que te critiquen porque esa investigación no es correcta”

Además, ofrecieron un ejemplo del área de las ciencias ambientales en Uruguay en el que fue posible replicar una investigación gracias a la disponibilización de sus datos:

“Fue una investigación en el área ambiental. Dos investigadores dijeron que la eutrofización -la producción de cianobacterias en arroyos y ríos- no se debía a la actividad ganadera. Y cuando hicieron ese artículo dejaron publicados los datos de esa investigación. Un grupo de más de cincuenta docentes, no solo de acá sino también del CURE, replicaron la investigación, porque habían dejado los datos en abierto, y les escribieron un contra artículo que demostraba que la investigación que habían hecho tenía graves errores”.

Las respuestas obtenidas demuestran conocimiento general sobre el concepto de datos abiertos de investigación. Aunque no hayan sido mencionados aspectos técnicos de su gestión, como la importancia de los metadatos y las particularidades que conlleva atribuir autorías, el ejemplo práctico brindado denota un entendimiento de la utilidad que conlleva este tipo de datos de investigación y se encuentra en sintonía con lo expresado anteriormente por Laguna-Camacho (2023, pp. 2-4) en cuanto a que la apertura de datos puede ayudar a prevenir malas prácticas de investigación.

5.2.2 Postura de la biblioteca universitaria en relación al movimiento de ciencia abierta y a los datos abiertos de investigación.

A través de esta categoría de análisis se pretendió identificar la postura de la biblioteca universitaria de la Facultad de Ciencias en relación a la ciencia abierta y la apertura de datos de investigación.

Se preguntó a las entrevistadas si creían que los postulados de la ciencia abierta afectan de alguna forma al quehacer de la biblioteca universitaria y si este efecto es positivo o negativo. Las bibliotecólogas respondieron que el movimiento por la ciencia abierta sí influía en el que hacer de la biblioteca y que, además, esta institución debía promoverlo junto al resto de bibliotecas universitarias:

“Me parece que nosotros deberíamos trabajar en pos de. Te afecta, no sé si la palabra es afecta, creo que influyen. Nosotros debemos ser promotores y estar en la forma que podamos”

“Hay que buscar la forma de poner el tema en la facultad o en la universidad, en todas las bibliotecas universitarias, y trabajar sobre el tema. De hecho, ahora con el repositorio de ANII, nosotros intentamos impulsar y hacer algún webinar con las bibliotecas del área, por ejemplo, para poner el tema. Es un nicho que nosotros entendemos que tenemos que tomar”.

Lo expresado por las bibliotecólogas en cuanto a la necesidad de fomentar las prácticas de ciencia abierta a través de la biblioteca universitaria coincide con lo que sostiene Anglada (2012). En los últimos tiempos, este tipo de bibliotecas han comenzado a favorecer las políticas de acceso abierto. El avance tecnológico en cuanto al almacenamiento, difusión y acceso a la información, así como las nuevas necesidades del usuario, llevaron a que las bibliotecas universitarias desarrollaran nuevas funciones, entre las que actualmente se encuentra el fomento y la capacitación en el concepto de la ciencia abierta y, en particular, en los modos de publicación abierta del conocimiento.

Para conocer la opinión de las entrevistadas con respecto a la apertura de los datos de investigación, se les preguntó si creían que este fenómeno era beneficioso para la ciencia. Ambas bibliotecólogas estuvieron de acuerdo en que los datos abiertos de investigación eran un elemento positivo, pero fueron escépticas en cuanto a la voluntad de algunos

investigadores para publicarlos y de la dificultad de hacerlo cuando existe un rédito económico a ser obtenido a través de los datos.

A través de estos resultados se puede observar que el posicionamiento de la biblioteca de la Facultad de Ciencias es positivo tanto en relación a la ciencia abierta como a la apertura de los datos de investigación. Las entrevistadas además proponen que la biblioteca universitaria debería fomentar a la ciencia abierta para que sus principios sean adoptados por sus usuarios.

5.2.3 Percepción de la biblioteca universitaria sobre los desafíos y dificultades que atraviesan los investigadores de ciencias ambientales uruguayos a la hora de reutilizar y compartir datos de investigación.

No se obtuvieron datos suficientes para desarrollar esta categoría de análisis. En la actualidad esta biblioteca universitaria no realiza servicios, acciones o productos relacionados con la gestión de datos, por lo que aún no posee información suficiente en cuanto a las prácticas de datos abiertos de investigación que utilizan sus usuarios.

5.2.4 Rol percibido de la biblioteca universitaria en relación a los datos abiertos de investigación.

La intención de esta categoría de análisis fue identificar qué funciones percibía que debía desempeñar la biblioteca de la Facultad de Ciencias en relación a la temática de los datos abiertos de investigación. Para ello, en primer lugar se les consultó si, según su opinión, la biblioteca universitaria debería o no realizar iniciativas que fomenten o instruyan a los usuarios en la apertura de los datos de investigación.

En ese sentido, las entrevistadas respondieron que la biblioteca universitaria sí debía desarrollar iniciativas relacionadas con la temática, pero que debían ser realizadas de manera centralizada, en conjunto con las bibliotecas universitarias de las otras facultades de la Udelar, a través de un sistema de bibliotecas constituido. Justificaron esta idea en razón de disminuir la duplicación de esfuerzos que sucedería si cada una de las bibliotecas universitarias realizara acciones en pos de la apertura de los datos de investigación, así como con los altos costos de infraestructura que implica el mantener repositorios y realizar la preservación digital de los datos.

La colaboración entre instituciones con la intención de generar iniciativas relacionadas a los datos abiertos de investigación de manera más eficiente ya ha sido realizado en otras partes del mundo. En Estados Unidos, seis bibliotecas pertenecientes a las universidades Minnesota, Cornell, Penn State, Illinois, Michigan y Washington, se organizaron para crear el proyecto “Data Curation Network” para mejorar el apoyo al investigador. El proyecto permitiría que las bibliotecas trabajen de manera colectiva y más eficazmente, ofreciendo más variedad de tipos de datos para su reutilización que los que podría ofrecer una sola institución (Alonso-Arévalo, 2019).

5.2.5 Iniciativas que realiza o que planea realizar la biblioteca universitaria para auxiliar a los investigadores en la gestión de datos de investigación en abierto.

No se obtuvieron datos suficientes para desarrollar esta categoría de análisis. En la actualidad la biblioteca no realiza iniciativas de gestión de datos de investigación. Aunque expresan la necesidad de realizar servicios relacionados con la temática en el futuro, aún no tienen en mente una iniciativa en particular.

6. Conclusiones

El objetivo general planteado al comienzo de la realización de este trabajo final de grado fue el de conocer los desafíos que enfrentan los investigadores del campo multidisciplinar de las Ciencias ambientales en Uruguay a la hora de implementar prácticas vinculadas a los datos abiertos de investigación, así como las distintas iniciativas que las bibliotecas universitarias realizan o podrían realizar para auxiliarlos e incentivar los procesos de apertura de datos en la comunidad científica.

En ese sentido, al momento de la culminación de este trabajo se considera que este objetivo general no pudo ser cumplido en su totalidad. La baja cantidad de respuestas obtenidas a través del cuestionario enviado al Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencias, Udelar, impide conocer completamente los desafíos que enfrentan sus investigadores en relación a las prácticas de datos abiertos de investigación. Los datos obtenidos pueden ser considerados tan solo como una aproximación a la conclusión del objetivo planteado. Asimismo, la inexistencia en la biblioteca universitaria de la Facultad de Ciencias de iniciativas relacionadas a los datos abiertos de investigación impide que se recabe información al respecto. La constatación de que no existen servicios ni proyectos a realizar relacionados con la materia en esta institución es un dato de valor en sí mismo, ya que señala que las bibliotecas universitarias aún se encuentran en una etapa temprana de consideración de los datos abiertos de investigación y de sus posibles servicios relacionados. Aún así, se considera que se hubiera recabado información más rica de haber existido en la actualidad dichos servicios.

No se obtuvieron datos suficientes para cumplir cabalmente con el objetivo general de este trabajo académico. En cambio, algunos de sus objetivos específicos pudieron ser completados totalmente, mientras que otros fueron realizados de forma parcial debido a una escasa disponibilidad de datos a través de los cuales realizar el análisis.

El primer objetivo específico fue cumplido en su totalidad. Se lograron recabar varias iniciativas realizadas en Uruguay que buscan promover o facilitar la creación y el gestionamiento de los datos abiertos de investigación pertenecientes al campo multidisciplinar de las Ciencias Ambientales en el Uruguay, entre las que se encuentran REDATA, repositorio de datos abiertos desarrollado por la ANII; Biodiversidata, proyecto que busca almacenar y disponibilizar datos que documentan la presencia de organismos en el

territorio uruguayo, y NaturalistaUY, una iniciativa de ciencia ciudadana que permite a sus usuarios compartir observaciones de la naturaleza.

En cuanto al segundo objetivo específico, el cual buscaba identificar las distintas posturas, inquietudes y problemáticas que plantean los investigadores del área multidisciplinar de las Ciencias Ambientales en el Uruguay en relación a la apertura de los datos de sus investigaciones y las prácticas necesarias para lograrlo, fue completado parcialmente debido a una recolección de datos menor a la esperada a través del cuestionario. En cuanto a las prácticas de investigación relacionadas a los datos abiertos, los datos obtenidos a través del cuestionario muestran que en el campo multidisciplinar de las ciencias ambientales se tiende a compartir y reutilizar los datos de investigación con mucha frecuencia. Un 25% de los investigadores contestó que siempre comparte sus datos. El 37,5% contestó que los comparte casi siempre. Un 25,5% los comparte a veces y un 12,5% casi nunca. La forma más frecuente de compartir los datos en esta área del conocimiento parece ser la comunicación informal entre pares. En cuanto a la frecuencia con que utilizan datos de otros investigadores en sus propias investigaciones, un 75% contestó que los utiliza a veces, un 12,5% casi siempre y otro 12,5% casi nunca.

La disminución de la duplicación de esfuerzos, la capacidad de generar abordajes variados a partir de un solo conjunto de datos, y su importancia para el monitoreo del medio ambiente, fueron las cualidades mejor valoradas por los investigadores de los datos abiertos de investigación.

Entre los desafíos enfrentados a la hora de compartir datos, los más frecuentemente seleccionados por los encuestados fueron la falta de reconocimiento por parte de las agencias evaluadoras y la falta de formación de los investigadores, ambas por un 75% de los investigadores encuestados. A la hora de reutilizar los datos de otros investigadores, el obstáculo seleccionado con más frecuencia fue la falta de familiaridad con la terminología, metodología y estándares utilizados en otras disciplinas científicas, lo cual resalta el carácter multidisciplinario del IECA y las ciencias ambientales en general.

En cuanto a las iniciativas que los investigadores creen podrían realizarse para fomentar la apertura de datos de las ciencias ambientales en Uruguay, la mayoría de las respuestas obtenidas proponen la realización de instancias de formación sobre la temática de datos abiertos para los investigadores. Se considera que este hecho está relacionado con los desafíos que enfrentan a la hora de disponibilizar datos de investigación, entre los cuales

la falta de formación es la mencionada con más frecuencia. Además, se mencionó la necesidad de otorgar reconocimiento académico a quienes comparten sus datos. Uno de los obstáculos expresados por los investigadores en relación a la apertura de datos era la falta de reconocimiento por parte de las agencias evaluadoras.

Por otro lado, el tercer objetivo específico también fue completado parcialmente debido a que la entrevista realizada en la biblioteca de la Facultad de Ciencias muestra que esta unidad de información aún se encuentra en una etapa temprana en relación a las acciones a ser realizadas para auxiliar en la apertura de datos de investigación. En la biblioteca universitaria de la Facultad de Ciencias aún no se ofrecen servicios relacionados a los datos abiertos de investigación. La discusión en cuanto al rol de la biblioteca universitaria en relación a los datos abiertos de investigación aún parece estar en una etapa temprana. Aún así, a través de la entrevista con los bibliotecólogos de dicha biblioteca y a través de la revisión bibliográfica se recopiló información relevante en torno a la materia.

En primer lugar, las iniciativas que las bibliotecas universitarias podrían realizar para auxiliar a los investigadores en las prácticas de apertura de datos de investigación son muy variadas. Angelozzi (2020) plantea que la biblioteca puede realizar actividades que envuelvan la capacitación de los usuarios, procesos operativos en cuanto a la gestión del archivo y preservación de los datos, y la generación de servicios relacionados con la búsqueda y reutilización de datos. En ese sentido, la biblioteca podría formar a los investigadores en la confección de los PGD, el licenciamiento de los conjuntos de datos, la creación de su información contextual, los aspectos éticos de la reutilización de datos y las normas disponibles para su citación. En cuanto a las acciones de nivel operativo, los profesionales podrían describir y documentar los datos, elegir los estándares de metadatos a utilizar, desarrollar ontologías, digitalizar conjuntos de datos históricos e integrar los catálogos y repositorios institucionales con los conjuntos de datos. Por último, entre los servicios que podría brindar la biblioteca se encuentran la búsqueda y recuperación de conjuntos de datos, la localización de buscadores y metabuscadores de datos, así como de repositorios que sean relevantes para su comunidad de usuarios, difusión de datos para incentivar su reutilización, y la creación de métricas de uso de los datos.

Aunque la biblioteca universitaria aún no realiza acciones relacionadas a los datos abiertos de investigación, las entrevistadas sí expresaron que las bibliotecas universitarias deberían trabajar en pos de la ciencia abierta y de la adopción de sus prácticas entre los

investigadores. Apoyaron la creación de iniciativas realizadas de manera centralizada, en conjunto con el resto de las bibliotecas universitarias de la Udelar, para así desarrollar servicios de manera más eficiente y sostenible en el tiempo.

El cuarto objetivo específico buscaba aportar insumos que sumen a la sistematización de información sobre la temática y a la toma de decisiones. En ese sentido, se considera que el objetivo fue completado ya que los resultados de este trabajo constituyen antecedentes para que en el futuro se pueda replicar la investigación y así determinar si acontecieron, o no, cambios en el universo de investigación abarcado. Además, este trabajo ofrece algunos elementos a tener en cuenta para quien desee continuar con la misma línea de investigación: al momento de su realización, las bibliotecas universitarias pertinentes a las Ciencias ambientales aún no incorporan la gestión de datos de investigación en su plan de trabajo. Asimismo, los investigadores pertenecientes a esta ciencia multidisciplinar participan poco de los estudios relacionados a la ciencia abierta.

Actualmente, los investigadores de este instituto de investigación no utilizan frecuentemente a la biblioteca universitaria como herramienta para obtener apoyo en relación a las prácticas de datos abiertos. Solo un 12,5% de los encuestados acudió a la biblioteca universitaria con ese motivo. En cambio, una mayoría de los encuestados (75%) considera que esta biblioteca debería realizar iniciativas relacionadas con los datos abiertos de investigación. Esta es una información positiva ya que aumenta las posibilidades de que los investigadores utilicen dichas iniciativas de ser implementadas en el futuro por la institución.

Entre los servicios que les gustaría recibir de la biblioteca universitaria vuelve a mencionarse la formación. Los servicios de capacitación en la gestión de datos de investigación y de asesoría en la confección de PGD fueron seleccionados por un 75% de los investigadores. Las instancias de formación sobre ciencia abierta y sus implicancias sobre el desarrollo científico fueron seleccionada por un 50% de los encuestados. En cambio, otros servicios que pueden ser considerados como más afines al rol tradicional de biblioteca como proveedor de información fueron seleccionados con menos frecuencia. La asistencia en la búsqueda de conjuntos de datos de investigación y la recomendación de buscadores y metabuscadores de conjuntos de datos fueron las opciones menos preferidas por los investigadores, con un 25% y 37% de los encuestados seleccionándolas.

En este sentido, si bien en la actualidad la biblioteca universitaria no posee iniciativas relacionadas con la gestión de datos de investigación y los investigadores generalmente no concurren a recibir asesoramiento sobre las prácticas de apertura de datos, hay probabilidad de que esta situación cambie en el futuro. Desde la biblioteca universitaria se ve favorablemente a los postulados de la ciencia abierta y se desea dar un paso hacia la realización de prácticas de gestión de datos de investigación; por parte de los investigadores, se espera recibir esa índole de servicios de su biblioteca universitaria. En el futuro, sería interesante realizar estudios que analicen la evolución de este fenómeno a lo largo del tiempo.

Referencias

Abadal Falgueras, E. y Anglada Ferrer, L. (2019). Ciencia abierta: cómo han evolucionado la denominación y el concepto. *Anales de documentación*, 23 (1), 1-11.

<http://dx.doi.org/10.6018/analesdoc.378171>

Agencia Nacional de Investigación e Innovación. (2022). *Evolución de la inversión en actividades de ciencia y tecnología en Uruguay 2005-2021*.

<https://www.anii.org.uy/upcms/files/listado-documentos/documentos/documento-gasto-act-prisma-27-de-febrero.pdf>

Agencia de Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información y del Conocimiento. (2022).

1.9 Estrategia de Datos Abiertos para el período 2021 – 2024.

<https://miradordegobiernoabierto.agesic.gub.uy/SigesVisualizador/gu/o/GA/p/2267>

Agencia Nacional de Investigación e Innovación. (2023). *Guía para preparar el Plan de Gestión de Datos para el Fondo Clemente Estable 2023*.

<https://www.anii.org.uy/upcms/files/llamados/documentos/gui-a-para-preparar-el-plan-de-gestion-de-datos-para-el-fondo-clemente-estable-2023.pdf>

Agencia Nacional de Investigación e Innovación. (2024a). *REDATA: el nuevo repositorio de datos abiertos de investigación de ANII*.

<https://www.anii.org.uy/noticias/321/redata-el-nuevo-repositorio-de-datos-abiertos-de-investigacion-de-anii/>

Agencia Nacional de Investigación e Innovación. (2024b). *ANII incrementa el apoyo a investigaciones que aborden problemas específicos del país y generen nuevos conocimientos*.

<https://www.anii.org.uy/noticias/322/anii-incrementa-el-apoyo-a-investigaciones-que-aborden-problemas-especificos-del-pais-y-generen-nuevos-conocimientos/>

Agencia Nacional de Investigación e Innovación. (2024c). *Datos abiertos de investigación, redes y colaboración*.

<https://www.anii.org.uy/noticias/331/datos-abiertos-de-investigacion-redes-y-colaboracion/>

Alcalá, M. (2018). Los incentivos como elemento clave para hacer crecer los datos de investigación en abierto. *Anuario ThinkEPI*, 12, 340-342.

<https://doi.org/10.3145/thinkepi.2018.56>

Alcalá, M. y Anglada, L. (2019). FAIRxFAIR. Una aproximación pragmática a la gestión de datos de investigación en modo FAIR. *Anuario ThinkEPI*, 20, 1-4.

<https://doi.org/10.3145/thinkepi.2019.e13e05>

Alcina Guandalini, C., Mary Furnival, A. y Simionato Arakaki, A. (2019). Good scientific practice in the drawing up of data management plans. *Digital Journal of Library and Information Science*, 17, 1-19. [10.20396/rdbci.v017i0.8655895](https://doi.org/10.20396/rdbci.v017i0.8655895)

Aleixandre-Benavent, R., Ferrer Sapena, A. y Peset, F. (2019). Compartir los recursos útiles para la investigación: datos abiertos (open data). *Educación Médica*, 22, 208-215.

<https://doi.org/10.1016/j.edumed.2019.07.004>

Alonso-Arévalo, J. (2019). La gestión de datos de investigación en el horizonte de las bibliotecas universitarias y de investigación. *Cuadernos de Documentación Multimedia*, (30), 75-88.

<http://dx.doi.org/10.5209/CDMU.62806>

Andrikopoulou, A., Rowley, J. y Walton, G. (2022). Research Data Management (RDM) and the Evolving Identity of Academic Libraries and Librarians: A Literature Review. *New Review of Academic Librarianship*, 28 (4), 349-365.

<https://doi.org/10.1080/13614533.2021.1964549>

Angelozzi, S. M. (2020). La gestión de datos de investigación en abierto: introducción al rol emergente para las bibliotecas universitarias y científicas argentinas. *Palabra Clave (La Plata)*, 9 (2). <https://doi.org/10.24215/18539912e091>

Anglada, L. (2012). Bibliotecas universitarias: cabalgando la tecnología, siguiendo al usuario. *El profesional de la información*, 21 (6), 553-556.

<https://doi.org/10.3145/epi.2012.nov.01>

Anglada, L. y Abadal, E. (2018). ¿Qué es la ciencia abierta? *Anuario ThinkEPI*, 12, 292-298.

<https://doi.org/10.3145/thinkepi.2018.43>

Arriola Navarrete, Ó. (2009). Una caracterización de la biblioteca universitaria actual. *Revista Códice*, 5 (2), 113-131. <http://eprints.rclis.org/14514/>

Asociación Oceanográfica Uruguaya. (s.f.). *Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales*.

<https://asociacionoceanograficauruguay.wordpress.com/profesion/universidades/nacionales/facultad-de-ciencia/instituto-de-ecologia-y-ciencias-ambientales/>

Beretta, V., Desconnets, J. C., Mougnot, I., Arslan, M., Barde, J., Chaffard, V. (2021). A user-centric metadata model to foster sharing and reuse of multidisciplinary datasets in environmental and life sciences. *Computers & Geosciences*, 154, 1-10.

<https://doi.org/10.1016/j.cageo.2021.104807>

Biodiversidata (s.f.) *Nuestra historia*. <https://biodiversidata.org/acerca-de/nuestra-historia/>

Bittencourt dos Santos, F. y Castro Silva, H. (2007). Comportamiento de búsqueda y uso de la información ambiental por investigadores del área de medio ambiente. *ibersid: revista de sistemas de sistemas de información y documentación*, 1, 345-351.
<https://doi.org/10.54886/ibersid.v1i.3329>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2020). *Gestión de datos de investigación*. <https://biblioguias.cepal.org/c.php?g=495473&p=3390849>

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. (29 de noviembre de 2017). *El CONICET inicia la implementación del Plan de Gestión de Datos PGD para sus proyectos de investigación*. Recuperado el 14 de mayo de 2024 de <https://www.conicet.gov.ar/el-conicet-inicia-la-implementacion-del-plan-de-gestion-de-datos-pgd-para-sus-proyectos-de-investigacion/>

Crystal-Ornelas, R., Varadharajan, C., O’Ryan, D., Beilsmith, K., Bond-Lamberty, B., Boye, K., Burrus, M., Cholia, S., Christianson, D. S., Crow, M., Damerow, J., Ely, K. S., Goldman, A. E., Heinz, S., Hendrix, V. C., Kakalia, Z., Mathes, K., O’Brien, F., Pennington, S. C...Agarwal, D. A. (2022). Enabling FAIR data in Earth and environmental science with community-centric (meta)data reporting formats. *Scientific Data*, 9, 1-11.
<https://doi.org/10.1038/s41597-022-01606-w>

De Giusti, M. R. (2022). Ciencia abierta: el corazón del problema. *Informatio*, 27 (1), 309-335.
<https://informatio.fic.edu.uy/index.php/informatio/article/view/335>

Décima, R. V., Ferracuti, V. M., Bonacorsi, B. (2018). La importancia de las bibliotecas universitarias en la investigación en el sistema universitario argentino.

Revista Experiencia Docente: Conocimiento a tu alcance, 5 (2), 57-63.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7870660>

Durán, G. (2019). Guía: datos abiertos sobre cambio climático. San José de Costa Rica:

Escuela de Datos e Iniciativa Latinoamericana por los Datos Abiertos.

<http://doi.org/http://doi.org/10.5281/zenodo.2560546>

Facultad de Ciencias. (s.f.). *Ecología y Ciencias ambientales*. Universidad de La República.

<https://www.fcien.edu.uy/institucional/estructura-academica/institutos/ecologia-y-ciencias-ambientales>

Facultad de Ciencias. (s.f.). *Maestría en Ciencias Ambientales*. Universidad de La República.

<https://www.fcien.edu.uy/ensenanza/maestrias-y-doctorados/117-ensenanza/maestrias-y-doctorados/89-maestria-en-ciencias-ambientales>

Force 11 (s.f.). *Guiding Principles for Findable, Accessible, Interoperable and Re-usable Data Publishing version b1.0*.

<https://force11.org/info/guiding-principles-for-findable-accessible-interoperable-and-re-usable-data-publishing-version-b1-0/>

Gavilán, C. M. (2008). Bibliotecas universitarias: concepto y función. Los CRAI.

<http://eprints.rclis.org/14816/1/crai.pdf>

Ghiglione, A. y Mondino, E. (2023). Entrevista a Eduardo Aguado López. Las revistas académicas y científicas en la constelación de la ciencia abierta: pasos dados,

tropiezos y perspectivas. *Palabra Clave (La Plata)*, 12 (2),

<https://doi.org/10.24215/18539912e193>

Giannuzzo, N. A. (2010). Los estudios sobre el ambiente y la ciencia ambiental. *Scientiae Studia*, 8(1), 129-156.

<https://www.scielo.br/j/ss/a/DcgkTxq9MkKhctCddKDnTMK/abstract/?lang=es>

Gisela Martín, S. y Schmidt, A. (2023). La gestión de datos abiertos de investigación en las bibliotecas de las universidades privadas argentinas. *Biblios*, (86), 73-99.

doi.org/10.5195/biblios.2023.1099

González-Santos, O. y Bicet-Álvarez, E. (2013). La biblioteca universitaria: de la conservación al CRAI pensando en Cuba. *Ciencia de la información*, 44 (1).

<https://www.redalyc.org/pdf/1814/181428544006.pdf>

Hernández-Pérez, T. (2016). En la era de la web de los datos: primero datos abiertos, después datos masivos. *El profesional de la información*, 25 (4), 517-525.

<http://dx.doi.org/10.3145/epi.2016.jul.01>

Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable. (2023). *Centro de Investigación en Ciencias Ambientales (CICA)-IIBCE*. Ministerio de Educación y Cultura.

<https://www.gub.uy/ministerio-educacion-cultura/politicas-y-gestion/centro-investigacion-ciencias-ambientales>

Jaksic, F. M. (1997). Ecología, ecologistas y ciencias ambientales. *Revista chilena de Historia Natural*, 70, 177-180. https://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1997/2/Editorial_1997.pdf

Laguna-Camacho, A. (2023). Ciencia abierta: iniciativas para mejorar la investigación en Latinoamérica. *Ciencia ergo sum*, 30 (1), 1-9. <http://doi.org/10.30878/ces.v30n1a11>

Luzi, D., Ruggieri, R., Biagioni, S., Schiano, E. (2013). *Data sharing in environmental sciences: A survey of CNR researchers*. Fourteenth International Conference on Grey Literature. Tracking Innovation through Grey Literature, Roma, Italia.

Marín-Arraiza, P., Puerta-Díaz, M. y Gregorio-Vidotti, S. (2019). Gestión de datos de investigación y bibliotecas: preservando los nuevos bienes científicos. *Hipertext.net*, (19), 13-31. <https://doi.org/10.31009/hipertext.net.2019.i19.02>

Melero, R. y Hernández-San-Miguel, J. (2014). Acceso abierto a los datos de investigación, una vía hacia la colaboración científica. *Revista Española de Documentación Científica*, 37 (4), 1-11. <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2014.4.1154>

Ministerio de Ambiente. (2022). *Estrategia Nacional de Acción para el Empoderamiento Climático*. <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/estrategia-nacional-accion-para-empoderamiento-climatico>

Ministerio de Educación y Cultura. (8 de octubre de 2023). Centro de Investigación en Ciencias Ambientales. <https://www.gub.uy/ministerio-educacion-cultura/politicas-y-gestion/centro-investigacion-ciencias-ambientales>

Mirowski, P. (2018). The future(s) of open science. *Social Studies of Science*, 48 (2), 171-203. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0306312718772086>

NaturalistaUY. (s.f.). Preguntas frecuentes. <https://www.naturalista.uy/pages/ayuda+uy>

Peretti, E. (2012). Edad Media: las primeras bibliotecas universitarias. *Revista de la Facultad de Odontología*, 6 (1), 28-31. <http://bdigital.uncu.edu.ar/6004>

Peset Mancebo, F., Aleixandre-Benavent, R., Blasco-Gil, Y. y Ferrer-Sapena, A. (2017). Datos abiertos de investigación. Camino recorrido y cuestiones pendientes. *Anales de documentación*, 20 (1), 1-12. <http://dx.doi.org/10.6018/analesdoc.20.1.272101>.

Robinson, N. (2009). Bibliotecas universitarias y e-ciencia. *Mi biblioteca*, (18), 74-78. <https://gredos.usal.es/handle/10366/144595>

San José Montano, B. (2009). Acceso abierto (open access), un modelo necesario de comunicación científica. *Revista Pediatría de Atención Primaria*, 1 (42), 299-311. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1139-7632200900020001
1

Shen, Y. (2018). Data Sustainability and Reuse Pathways of Natural Resources and Environmental Scientists. *New Review of Academic Librarianship*, 24 (2), 136-156. <https://doi.org/10.1080/13614533.2018.1424642>

Swenson College of Science and Engineering. (s.f.). *What is Earth and Environmental Science?* University of Minnesota Duluth. <https://acortar.link/yEap0n>

Tenopir, C., Kaufman, J., Sandusky, R. y Pollock, D. (2019). *Research Data Services in Academic Libraries: Where are We Today?*. ACRL/Choice. <https://www.choice360.org/research/research-data-services-in-academic-libraries-where-are-we-today/>

Torres Santo Domingo, M. (2005). La función social de las bibliotecas universitarias. *Boletín de la Asociación Andaluza de Bibliotecarios*, 80, 43-70.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7870660>

Torres-Salinas, D., Robinson-García, N. y Cabezas-Clavijo, Á. (2012). Compartir los datos de investigación en ciencia: introducción al data sharing. *El profesional de la*

información, 21 (2), 173-184. <https://doi.org/10.3145/epi.2012.mar.08>

Travieso Rodríguez, C. y Ferreira Araujo, R. (2018). Aspectos metodológicos de los datos abiertos de investigación: análisis de los conjuntos de datos de la colección SciELO incluidos en Figshare. *Revista Española de Documentación Científica*, 42 (3), 1-16.

<https://doi.org/10.3989/redc.2019.3.1597>

UNESCO. (2021). Recomendación de la UNESCO sobre la Ciencia Abierta.

https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949_spa

Varela-Prado, C. y Baiget, T. (2012). El futuro de las bibliotecas académicas: incertidumbres, oportunidades y retos. *Investigación bibliotecológica*, 26 (56), 115-135.

<https://doi.org/10.22201/iibi.0187358xp.2012.56.33175>

Vázquez Rodríguez, G. A., Lucho-Constantino, C., Coronel Olivares, C. y Beltrán Hernández, I. (2014). Esbozo histórico de las ciencias ambientales I. De hipócrates a la primavera silenciosa. *PÄDI Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 2 (3).

<https://www.researchgate.net/publication/321953160>