La gestión de indicadores métricos a partir del Sistema Integral de Gestión de Información del Instituto de Ciencias Nucleares.

Magdalena Sierra-Flores*, Romel Calero-Ramos**, María Victoria Guzmán-Sánchez***, Juan Claudio Toledo-Roy*, Yolsy Gabriela Gamboa-Calderón*

*Instituto de Ciencias Nucleares. Apartado Postal 70-543, Deleg. Coyoacán, C.P. 04510, México D.F. UNAM, México. Email: sierra@nucleares.unam.mx

**Centro de Ciencias de la Complejidad (C3). UNAM. Circuito Centro Cultural S/N,Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510, Ciudad de México. Email: rcalero@gmail.com

***Instituto Finlay de Vacunas. http://www.finlay.edu.cu/. Ave. 27 No. 19805, La Lisa A.P. 16017 Cod. 11600. Telf.: 53 (7) 2080982, 2720809 / 2717222 / 271-7214 Ext 308/ 312. Email: mvguzman@finlay.edu.cu

Resumen

La gestión de los datos de investigación (GDI) forma parte del compromiso de la universidad con la excelencia de la investigación académica. Esto ha hecho que se esté llevando a una re-evaluación del papel de las bibliotecas. La recuperación y generación de datos dirigidos a apoyar a las universidades, ha hecho que estas adquieran nuevos proyectos. Con este enfoque, la Biblioteca Marcos Rosenbaum del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM se trazó como propósito diseñar e implementar una plataforma web, denominada Sistema Integral de Gestión de Información (SIGI), que incluyera la generación de indicadores métricos. El presente trabajo tiene como objetivo mostrar la experiencia en la gestión de indicadores métricos a partir del SIGI. Para el diseño se utilizó el modelo de proceso de desarrollo de software RUP. El sistema permite la captura y validación del informe de los investigadores, a partir de dichos datos se generan indicadores bibliométricos.

Palabras claves: Indicadores bibliométricos, Plataforma para la gestión de indicadores, Sistema curricular, Servicios de valor añadidos

I. Introducción

La gestión de los datos de investigación (GDI) forma parte del compromiso de la Universidad con la excelencia de la investigación académica. Esto ha hecho que se esté llevando a una re-evaluación de cómo las bibliotecas académicas apoyan la investigación (Brown, Wolski, & Richardson, 2015; Chiware&Mathe, 2015; Cox y Pinfield, 2014; Diekema, Wesolek, y Walters, 2014). Procesos como la recuperación, almacenamiento, normalización, difusión y generación de datos dirigidos a apoyar el funcionamiento de organizaciones académicas, ha hecho que las bibliotecas lideren proyectos y servicios orientados a estos procesos.

Al respecto, en un estudio publicado por Corrall, Kennan y Afzal (2013) en el 2013 se analizan las innovaciones de servicios en áreas como la bibliometría y la gestión de datos de investigación en 140 bibliotecas en Australia, Nueva Zelanda, Irlanda y el Reino Unido. El resultado ofreció que la mayoría de estas bibliotecas ofrecen algún tipo de servicio o información bibliométrica, sin embargo, los niveles actuales de participación en la gestión de datos fueron más bajos que para la bibliometría. A pesar de ello, la mayoría anticipó la participación futura, especialmente en asistencia tecnológica, depósito de datos y desarrollo de políticas.

El término "datos de investigación" incluye todos los datos generados, recopilados y analizados durante el proceso de investigación. Los datos de investigación representan un valioso recurso de conocimiento que sienta las bases para hipótesis científicas y académicas, leyes y teorías (Rambo, 2015). Entre los datos de la investigación que deben ser gestionados están los asociados a la producción científica individual, de la organización o de un proyecto asociado, así como otros elementos vinculados al curriculum del investigador.

La unión de la bibliometría y la gestión de la investigación ha sido abordada por varios autores, los españoles Torres y Jiménez (2012) proponen un modelo para la creación de unidades bibliométricas en universidades como herramientas para la gestión de la investigación y toma de decisiones en el ámbito de la política científica.

Mientras que Cox y co-autores (2017) identificaron que, en una serie de casos, a la GDI se incorporan servicios de soporte a la investigación como la bibliometría y comunicación académica. Servicios que han tenido un auge en muchas bibliotecas académicas (Brewerton, 2012; Corrall, 2014; Corrall, Kennan y Afzal, 2013).

El Sistema Integral de Gestión de Información (SIGI) del Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) es uno de los proyectos concebidos bajo la filosofía de la GDI y fue desarrollado gracias a la colaboración entre el Instituto Finlay de Vacunas (IFV) de Cuba y el Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM. Siguiendo la experiencia de otras universidades europeas y ante la necesidad de solucionar el manejo de la información interna, la Unidad de Información y Biblioteca (UIB) Marcos Rosenbaum del ICN, responsable del desarrollo del proyecto, se dio a la tarea de diseñar e implementar el SIGI.

El sistema de información debía permitir la entrada de datos, almacenamiento y gestión del informe de actividad de los académicos de la institución, además de generar productos y servicios. Una de las metas propuestas en el proyecto, fue la obtención de los indicadores exigidos por las diversas entidades rectoras de los programas de gestión y desarrollo científico de la UNAM. Después de un análisis se pudo identificar, que muchos de los indicadores exigidos por estas entidades, eran de tipo bibliométricos.

Este trabajo tiene como objetivo mostrar la experiencia de la gestión de indicadores métricos a partir del Sistema Integral de Gestión de Información del Instituto de Ciencias Nucleares.

Esta experiencia puede generalizarse a otras bibliotecas o centros de información, tanto dentro de la UNAM como fuera de esta. Las funcionalidades de SIGI, han permitido contar con una recopilación de la producción científica de los investigadores y técnicos que componen la institución, así como la obtención de algunos indicadores generales, todo ello a partir del informe anual de actividades de los investigadores.

II. Estado del Arte

La UNAM se adhirió a la Declaración de Berlín el 22 de agosto de 2006 (UNAM, 2015), por lo que está comprometida en trabajar por el acceso universal a la producción científica de las universidades y centros de investigación a través del acceso a los conocimientos científicos, tecnológicos y culturales de forma libre y gratuita a través de Internet. La producción científica, es una de las salidas del proceso científico – tecnológico y por tanto la gestión de los datos de investigación (GDI) forma parte del compromiso adquirido con la Declaración de Berlín. (Max-Planck, 2003).

En Europa y Estados Unidos, desde el 2015, han surgido varias iniciativas enfocadas a la gestión de la investigación y se han elaborado guías y estándares para garantizar el buen uso de los datos (Research Councils U.K., 2015). Mientras que las universidades han elaborado sus propias guías, por ejemplo la University College London (https://www.ucl.ac.uk/library/research-support/research-data-management/best-practices/how-guides) incluyen dentro de los métodos de análisis, indicadores métricos de la información. El papel de las Bibliotecas en la GDI ha sido ampliamente discutido (Tenopir, Birch y Allard, 2012; Allard y Birch, 2013, 2014; Si, Xing y Zhuang, 2015; Cox, Kennan, Lyon y Pinfield, 2017).

Para abordar este tipo de servicios bibliométricos, varias bibliotecas han creado unidades o departamentos encargados de realizar esta actividad. Cain y autores (Cain, Cheek, Kupsco, Hartel y Getselman, 2016) realizan un estudio en Emory University y en The Ohio State University, donde identificaron y ponderaron los nuevos servicios llevados a cabo por las bibliotecas de ambas universidades, relacionadas con el uso de recursos digitales. Fueron ampliamente aceptados, la colección y visualización de datos, así como el descubrimiento de conocimientos.

El informe Horizon 2014 (Johnson, Adams Becker, Estrada & Freeman, 2014), incluye las tareas de bibliometría como una de las tendencias en bibliotecas universitarias para los siguientes dos o tres años. Por su parte, la *Association of College & Research Libraries* (ACRL) menciona el interés que existe en el dominio de la investigación métrica dentro de los perfiles de los bibliotecarios (Bell, Dempsey & Fister, 2015). El Programa de Servicios Bibliométricos de la Biblioteca del *National Institutes of Health* (NIH) brinda servicios de análisis de publicaciones al personal de los NIH (https://www.nihlibrary.nih.gov/services/bibliometrics). Utilizan análisis para ayudar al usuario a comprender y evaluar las publicaciones producidas por científicos, programas de subvenciones e instituciones en el NIH y en todo el mundo. Brindan consultas sobre el diseño y el uso de análisis bibliométricos, capacitación sobre teoría y técnicas bibliométricas, así como análisis personalizados.

En México, Sierra (2015) explica cómo los bibliotecarios pueden innovar y crear productos que apoyen la toma de decisiones, incluyendo la generación de indicadores métricos. En la Coordinación General de Servicios Bibliográficos del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV) (http://biblioteca.cinvestav.mx/), se ofrece el servicio de análisis de citas a los investigadores del centro. La Biblioteca Conjunta de Ciencias de la Tierra de la UNAM (http://bcct.unam.mx/metrics/styled/), posee un proyecto en el que a partir de una Base de datos (BD) propia realizan estudios métricos que ponen a disposición de la comunidad.

Sobre sistemas de información y generación de indicadores métricos, a partir del curriculum del investigador, se encuentra en la literatura la iniciativa del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico de Brasil con el proyecto Lattes, el cual permite la entrada de datos del curriculum y la generación de algunos rankings. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT de México tienen una plataforma de entrada de datos de los investigadores a nivel nacional, que hasta el momento no genera indicadores métricos. Mientras en la UNAM, se ha identificado a la plataforma SALVA (Plataforma de Información Curricular, salva.fisica.unam.mx/) del Instituto de Física de dicha universidad. Esta permite la entrada de datos de los investigadores a partir del curriculum y no reporta la generación de indicadores bibliométricos. La Coordinación de la Investigación Científica (CIC) de la UNAM permite la entrada de datos en ambiente web (no a partir del curriculum), algunos de ellos vinculados a la producción científica de la investigación a nivel institucional.

A pesar de los avances, sigue habiendo una brecha de habilidades en análisis de datos, las cuales se deben abordar considerado que es un elemento clave para el fututo de las bibliotecas académica (Cox, Kennan, Lyon, and Pinfield, 2017). Según González-Fernández (2017), hace más de cuatro años que Torres-Salinas y Jiménez-Contreras propusieron un modelo de unidad de bibliometría para las universidades españolas que, con algunas ampliaciones, hoy sigue vigente. Su modelo se basaba en tres pilares fundamentales: 1) el control de las fuentes de información sobre investigación internas y externas; 2) la realización de informes de análisis, prospectiva y vigilancia y 3) la formación, asesoramiento y consulta experta.

III. Resultados

El Sistema Integral de Gestión de Información del Instituto de Ciencias Nucleares (SIGI) es uno de los proyectos concebidos bajo la filosofía de la GDI con un enfoque sistémico y dirigido a cumplir con las normativas, guías y requerimientos internacionales establecidos sobre el tema. El SIGI en sus especificaciones permite cumplimentar, además, con la información solicitada al ICN como el informe anual del investigador, el reporte al Sistema Nacional del Investigador (SNI), CIC y Dirección General de Presupuesto (DGPO), dependencia que forma parte de la estructura de la Secretaría Administrativa de la UNAM. Se analizaron los indicadores propuestos por el Manual de Frascati (OCDE, 2015) y el Manual de OSLO (OECD, Eurostat, 2018)

Específicamente, con el SIGI se ha logrado el diseño e implementación de los siguientes módulos y servicios (ver Figura 1).

Fig.1. Descripción gráfica del SIGI

Estos módulos (Figura 1) y sus funcionalidades, son explicadas a continuación:

1. Captura y validación (comparando con las BDs internacionales) del Informe de los Investigadores: Este módulo permite la captura, almacenamiento, importación de bases de datos, exportación, impresión, búsqueda y recuperación de los datos gestionados. Contiene todas las plantillas por tipo de documentos y secciones, necesarias para generar diversos reportes e informes.
2. Importación de BDs Bibliográficas: Mediante el uso de esta opción a través de la interfaz del módulo de Informes, los Gestores de Información (personal de la biblioteca con derechos superiores al de un usuario simple) cargan al SIGI un archivo de referencias bibliográficas exportadas de bases de datos conocidas, tales como el WOS, Scopus o ADS; en cuyo caso, la información de estos archivos es leída, procesada e importada al sistema.
3. Directorio web: Desde la base de datos del SIGI y usando los datos del curriculum, se generan los perfiles de los investigadores, técnicos académicos, estudiantes asociados e investigadores postdoctorales del ICN. Permite generar, además, el perfil por departamentos. Se ofrece una caracterización del personal, incluyendo indicadores de producción científica, actividad docente y proyectos. Al directorio puede accederse desde la Web oficial del ICN.
4. Servicio "ICN en Cifras": Permite garantizar el seguimiento y visualización de la producción científica de la institución a partir de indicadores métricos de productividad por departamentos e investigadores. También incluye otros indicadores de gestión de la ciencia como investigadores por géneros, participación proyectos, cantidad de estudiantes tutelados, etc.
5. Módulo de Gestión Docente: Permite la gestión de información académica de los estudiantes asociados al Instituto. Incluye proceso de registro, autorización de afiliación al ICN, ubicación, recursos que maneja el estudiante, accesos permitidos y actividades académicas realizadas, sólo por mencionar algunas de las funcionalidades de este módulo. A través de esta interfaz los investigadores pueden dar seguimiento a sus estudiantes adscritos y reportar sus avances (y esta información es automáticamente visible en su módulo de Informe). Así mismo, permite administrar las listas de distribución de correos según el estado y nivel de cada uno de los estudiantes.
6. Informe de estadísticas para el Subsistema de la Investigación Científica y otros subsistemas: Se generan los indicadores que facilitan la confección del informe anual de los investigadores y del personal asociado al ICN, así como el informe final anual de la institución. También permite el generar curriculum u otros reportes solicitados por entidades académicas dentro de la UNAM y fuera de esta.
7. Administración: El módulo de administración facilita la gestión de usuarios y autores, así como de los diferentes catálogos (lista normalizada de títulos de revistas, instituciones, líneas de investigación, roles académicos, tipo de documentos, países, etc.) con que opera el sistema. Permite, además, al administrador seguir la actividad del usuario como cantidad de entradas al sistema, horas y fechas de actividad, etc.
8. Autenticación y Autorización: Este módulo brinda la posibilidad de autenticar de forma centralizada a un usuario a través de varias fuentes (BD y LDAP en este momento, pero puede extenderse a otras fuentes como Google o Facebook). Para la autorización se implementa un mecanismo de control de acceso basado en roles (RBAC, role-based access control). Este módulo permite, además, la autenticación de usuarios y aplicaciones externas a través de una API (del inglés: Application Programming Interface) de tipo REST (del inglés: representational state transfer), mediante la cual SIGI actúa como proveedor de autenticación. Un ejemplo de ello, es la inter-operabilidad del sitio web de la UIB con el SIGI la cual facilita el intercambio de datos entre ambos sistemas.
9. Sitio web de la UIB: Es una aplicación diseñada para facilitar la gestión de los servicios bibliotecarios vía web, como el "Préstamo inter-bibliotecario", "Solicitud de documentos", "Solicitud de nuevas adquisiciones" y otros elementos de la gestión bibliotecaria. Varios de los servicios ofrecidos se obtienen de forma automática gracias a la inter-operabilidad con el SIGI. Un ejemplo de ello, es la generación de la lista de últimas publicaciones académicas del ICN mostrada en el sitio Web.

La inter-operatividad en el SIGI desde una visión integral, ha permitido que el personal que labora en la biblioteca pueda administrar el sistema y generar servicios de forma autónoma. Por otra parte, se tiene la seguridad de que la información estará disponible y sea accesible desde el momento en que el dato sea entrado

y validado en la BD. Los servicios y accesos en las diversas capas del sitio Web, se generarán de forma automática, generando mayor eficiencia en los servicios.

La arquitectura del SIGI está desarrollada completamente en PHP, en particular con la plataforma de trabajo Yii Framework en su versión 1.x. Yii implementa el patrón de arquitectura Modelo Vista Controlador (MVC), lo que lo hace muy simple y a la vez potente. SIGI hace provecho de cada una de las bondades de Yii, por ejemplo, el núcleo del sistema está creado siguiendo la estructura de clases de Yii. Los módulos son creados siguiendo también la estructura de módulos que propone Yii. Se aprovechan al máximo cada uno de los patrones de diseño (Singleton, Mixin, Active Record, Factory, etc.) que implementa esta plataforma.

Para el caso de la importación de registros bibliográficos se hace uso del mecanismo de programación orientación a eventos (Event Driven Programing) que ofrece Yii. Esta característica permite crear una sincronía entre el back-end y el front-end que ofrece al usuario del sistema la posibilidad de controlar desde su interfaz web la ejecución de procesos largos en el servidor. En particular, para la importación, se logra ejecutar procesos de lectura (parsing) e importación de archivos en el back-end mientras que se puede visualizar una barra de progreso en el front-end, mostrando el estado de la importación casi en tiempo real.

Para la confección de la base de datos se usó un esquema relacional; se crearon y establecieron cada uno de los índices y referencias requeridas para garantizar la integridad de los datos. El Sistema de Gestión de Bases de Datos Relacional (SGBDR) elegido fue MySQL usando el motor de almacenamiento InnoDB. De igual modo, gracias a las bondades que ofrece Yii para el manejo de datos, se puede migrar a otro SGBDR como PostgreSQL, por citar alguno.

Indicadores bibliométricos generados por el SIGI

La BD del SIGI se configuró de forma tal que se pudiesen obtener la mayor cantidad de indicadores posibles, ya fuesen de tipo bibliométrico, capital humano, docentes y formación, vinculación, científicos no bibliométricos, etc. En este sentido, no solo se podrían generar indicadores cuyas fuentes fuesen BDs bibliográficas, sino que se podrían obtener otros indicadores bibliométricos como trabajos presentados en eventos científicos, tesis dirigidas, artículos de divulgación, etc. Bajo estas consideraciones, la caracterización del investigador o la institución no solo estaría suscrita a su producción científica sino a toda su actividad científica y docente.

Considerando lo anterior, se establecieron los siguientes parámetros generales para diseño de los indicadores dentro del SIGI:

1. Permitir la importación de datos de diversas BDs bibliográficas como WoS y Scopus.
2. Normalizar los datos y detectar duplicados.
3. Capturar datos por parte de los investigadores, según plantillas establecidas. (para todos los tipos de documentos).
4. Permitir la construcción de series históricas.
5. Generar indicadores de forma automatizada.

El servicio “ICN en cifras” permite generar indicadores de actividad y relacionales de todos los campos de la BD del SIGI, por lo que las estadísticas pueden ser muy amplias. La primera versión del SIGI fue desplegada en el 2005, sin embargo, su cobertura histórica es desde los años 70. Esta fue capturada de forma retrospectiva (usando registro en papel). A partir del 2013 hasta la actualidad, se homogenizó la captura de los datos, ganando en estandarización y cobertura. Esto significó una ventaja en la gestión de datos al permitir analizar indicadores de forma retrospectiva. Algunos ejemplos de indicadores que genera automáticamente el SIGI, son mostrados a continuación.

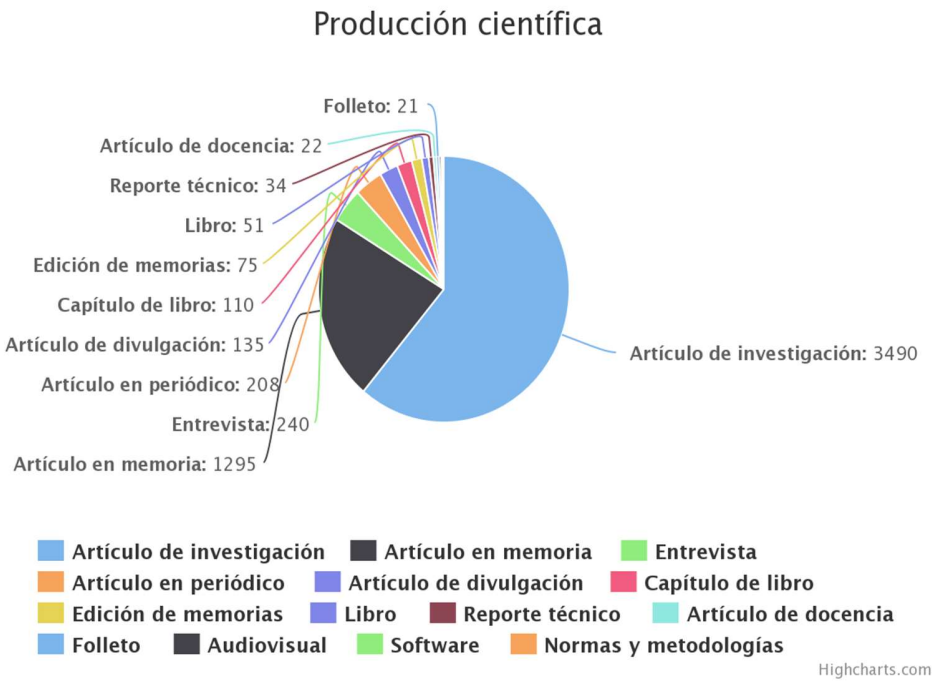

Fig. 2. Estadísticas generales de la producción científica por tipo de documento (ICN en Cifras)

Revista	Cantidad	Mexicana	Índice
Physical Review D: Particles, Fields, Gravitation And Cosmology	316	✗	ISI y SCOPUS
Aip Conference Proceedings	242	✗	SCOPUS
Physical Review C: Nuclear Physics	186	✗	ISI y SCOPUS
Physics Letters B: Nuclear, Elementary Particle And High-Energy Physics	153	✗	ISI y SCOPUS
Journal Of Physics: Conference Series	138	✗	SCOPUS
Physical Review Letters	113	✗	ISI y SCOPUS
Radiation Physics And Chemistry	110	✗	ISI y SCOPUS
The Astrophysical Journal	99	✗	ISI y SCOPUS
Revista Mexicana De Física	91	✓	ISI y SCOPUS

Fig. 3. Títulos de Revistas y clasificación en la indexación (ICN en Cifras)

En la Figura 2 se muestra la producción científica del ICN en función del tipo de fuente en dónde se publicó y se puede apreciar que la vía fundamental de comunicación en la institución es el artículo científico seguido de los artículos en memorias de congreso. También se visibilizan otras formas de salidas de la actividad académica como las entrevistas, software, medios audiovisuales, etc. La Figura 3 complementa la información de la Figura 1, al caracterizar las revistas por fuentes de indización y si son revistas mexicanas o internacionales. Esta información también tiene otras tres salidas: el perfil de los investigadores (Figura 4), el Directorio y el Boletín de últimas publicaciones.

Cada académico dispone de un perfil bibliométrico (Figura 4) al cual se accede desde “ICN en Cifras”, donde se muestra su producción científica. El SIGI permite visualizar un resumen de los indicadores de producción total desglosado por tipo de documento, así como la evolución de esa producción a través del tiempo. Igualmente, ofrece el indicador distribución de artículos publicados en revistas arbitradas por fuente de indización y soporte (WoS, Scopus, impresa o electrónica).

Otra salida es el indicador de número de artículos por título de revistas y origen (nacional e internacional), así como el índice que la incluye. Estos mismos indicadores se pueden generar por departamentos, de esta forma también se puede obtener un perfil que agrupe todas las contribuciones de un departamento, lo cual facilita su caracterización.

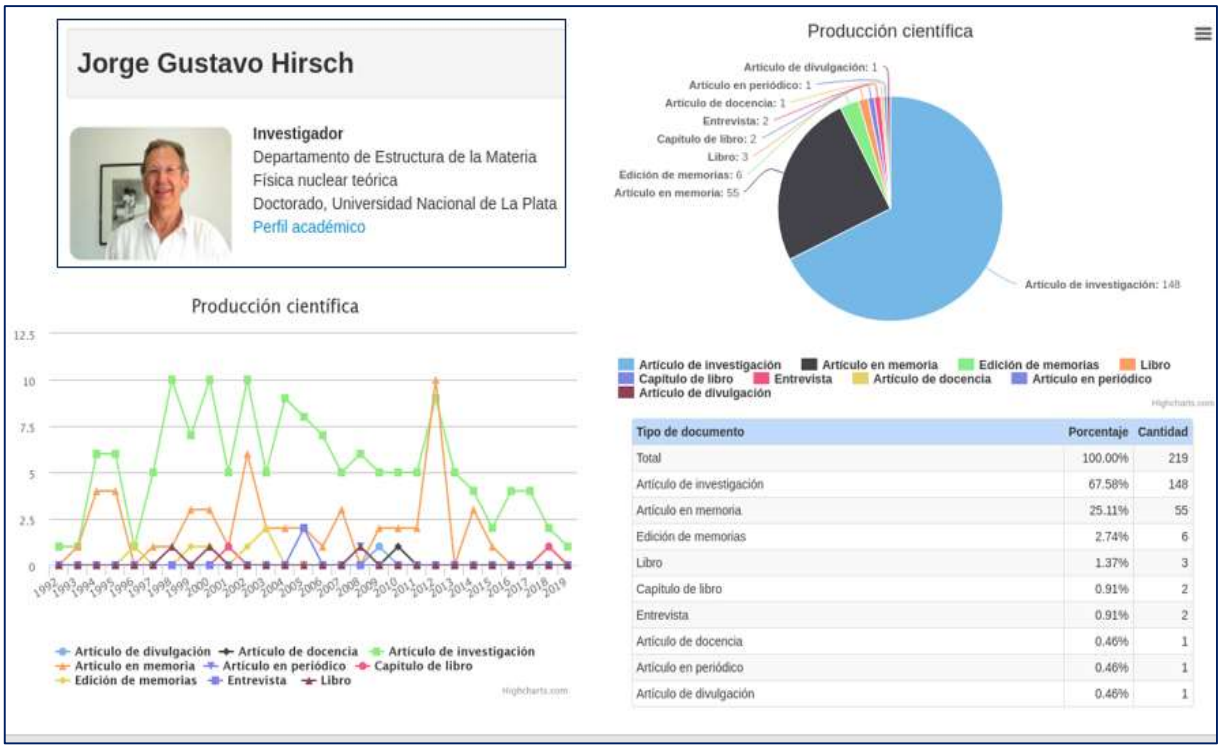

Fig. 4. Visualización de los indicadores en el Perfil del Investigador.

Desde el Sitio Web de la Biblioteca, a modo de Boletín de divulgación, se genera desde el SIGI, los indicadores de cursos impartidos por el ICN con enlaces al curso en específico, líneas de investigación y las revistas en las que han participado los investigadores como árbitros.

El módulo de Administración permite la exportación de datos desde el SIGI, los cuales ya se encuentran normalizados y estructurados de forma tal, que se puedan obtener y visualizar indicadores relacionales o simples. Si el estudio solicitado, por instancias superiores, pide otras estadísticas no generadas automáticamente por el SIGI, estas se pueden exportar y analizar en un Excel u otro paquete de software. Proyectos de análisis de redes de co-autoría, mapas temáticos o colaboración se pueden ejecutar siguiendo esta modalidad. Igualmente, se pueden ejecutar varios análisis y visualizaciones tradicionales donde se utilicen más de tres variables. Un ejemplo es la Figura 5, la cual muestra el número total de artículos por departamentos y categorías.

Fig. 5. Caracterización de la producción científica del ICN por departamentos y grandes colaboraciones.

En esta Figura 5, se aprecia como las grandes colaboraciones (en rojo) definen la producción científica de algunos investigadores y departamentos. Existen discusiones en la comunidad internacional sobre la contribución real de un especialista en artículos que tienen entre 50 y 500 autores.

Otro de los ejemplos del análisis de información métrica que pueden ser extraídos es la red de coautoría entre los investigadores del Instituto. Se exportaron del SIGI los datos de los artículos de investigación publicados en revistas arbitradas por 104 académicos del Instituto en los últimos 10 años, excluyendo aquellos de grandes colaboraciones (coincidentes con ese campo en el WoS). Con este criterio en la exportación se obtuvieron 1643 registros. A continuación, se utilizó un script en Python para analizar los registros individuales e identificar en el campo autor las parejas de co-autorías.

La matriz de colaboración fue mapeada con el software libre Gephi (https://gephi.org/), la visualización obtenida es representada en la Figura 6. Se excluyeron a aquellos académicos que no hubiesen publicado en el período de estudio, quedando 84 académicos en el universo mostrado. Cada círculo (nodo) corresponde a un académico del ICN; el color indica el departamento al cual pertenece mientras que el tamaño indica el número total de publicaciones en el período de estudio asociado a ese investigador. Existe una relación entre dos académicos, sí tienen al menos una publicación escrita en común. El grosor de la línea indica el número de coautorías existentes entre dos nodos.

Varios patrones interesantes son observados en el mapa. Por ejemplo, no todos los miembros de un departamento colaboran entre ellos, esto se puede apreciar en el departamento identificado con el color azul claro, en el cual se observan tres grupos aislados de investigadores (B, B1, B2, B3). El grupo más notorio es el B (Figura 6) lo cual permite inferir una fuerte coherencia en los temas de investigación y afinidad académica.

Es importante destacar los investigadores que funcionan como conectores, es decir aquellos que hacen de puente entre dos agrupamientos. Tal es el caso de los dos académicos marcados con flechas en la Figura 6. El que aparece a la izquierda conecta nodos del departamento azul con el amarillo (A y B), y el de la izquierda conecta a investigadores de dos grupos dentro del departamento (A con A1, Figura 6). Estas personas transfieren conocimientos y experiencias de un grupo a otro, por lo que funcionan como elementos fundamentales dentro del desarrollo científico.

En el análisis se pudo comprobar que 30 de 84 investigadores no colaboran con el resto de la comunidad del ICN en el período estudiado y aparecen aislado en la periferia del mapa. No necesariamente académicos muy productivos (ver círculos de mayor tamaño ubicados en la periferia) colaboran con el resto de la comunidad.

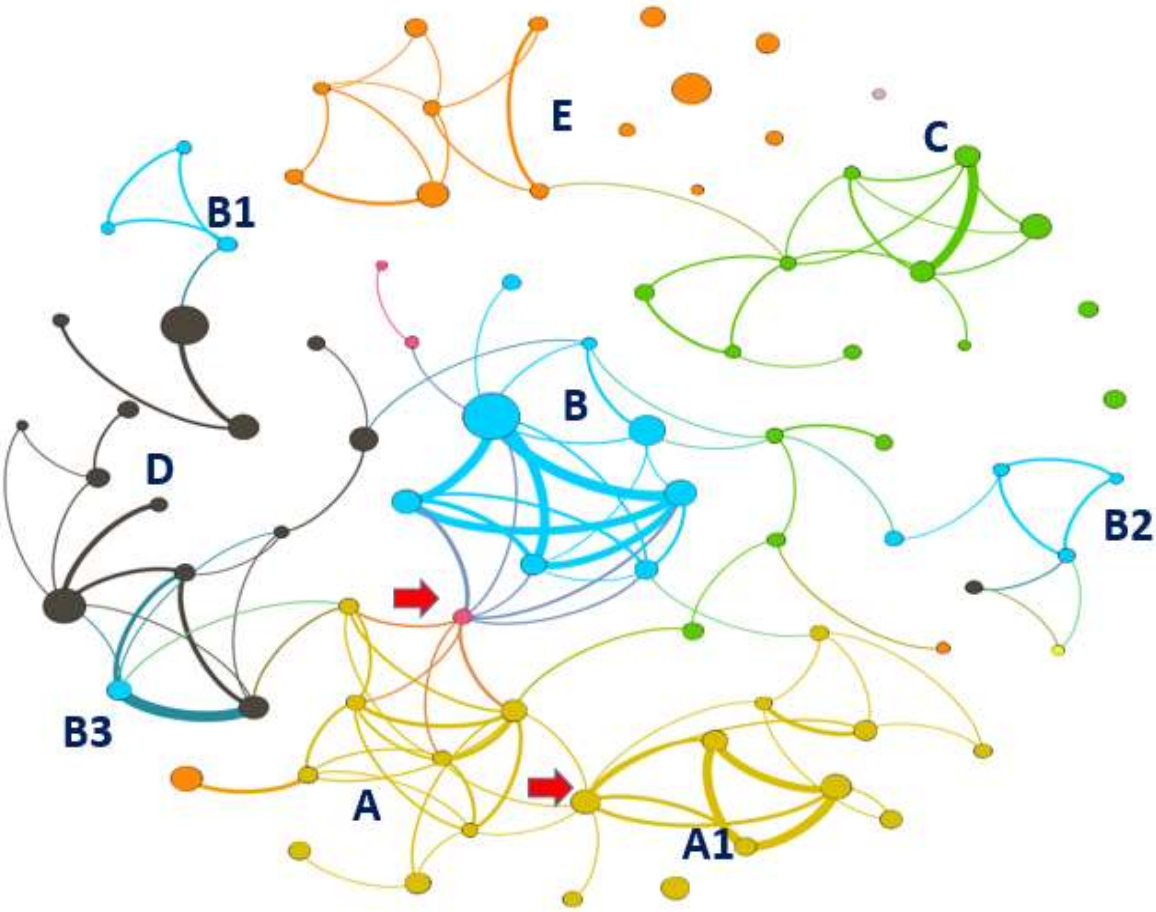

Fig. 6. Mapa de la colaboración científica intra-institucional.

Si la matriz de colaboración se relativiza y se atribuye el tamaño de los nodos según el número de colaboradores (grado del nodo), cambia la interpretación de la representación visual (Ver Figura 7) y se resaltan aquellos investigadores con mayor índice de colaboración. Solo uno de los investigadores más productivos coincide con ser también muy colaborativo (B). Se podría inferir que, al menos en este campo de la ciencia y comunidad, no siempre el más productivo es el más colaborativo y se resalta el rol de los investigadores que hacen función de conectores. Esto permite hacer una caracterización más completa de un académico, no solo por su alta productividad sino también por las interacciones que establece con otros grupos.

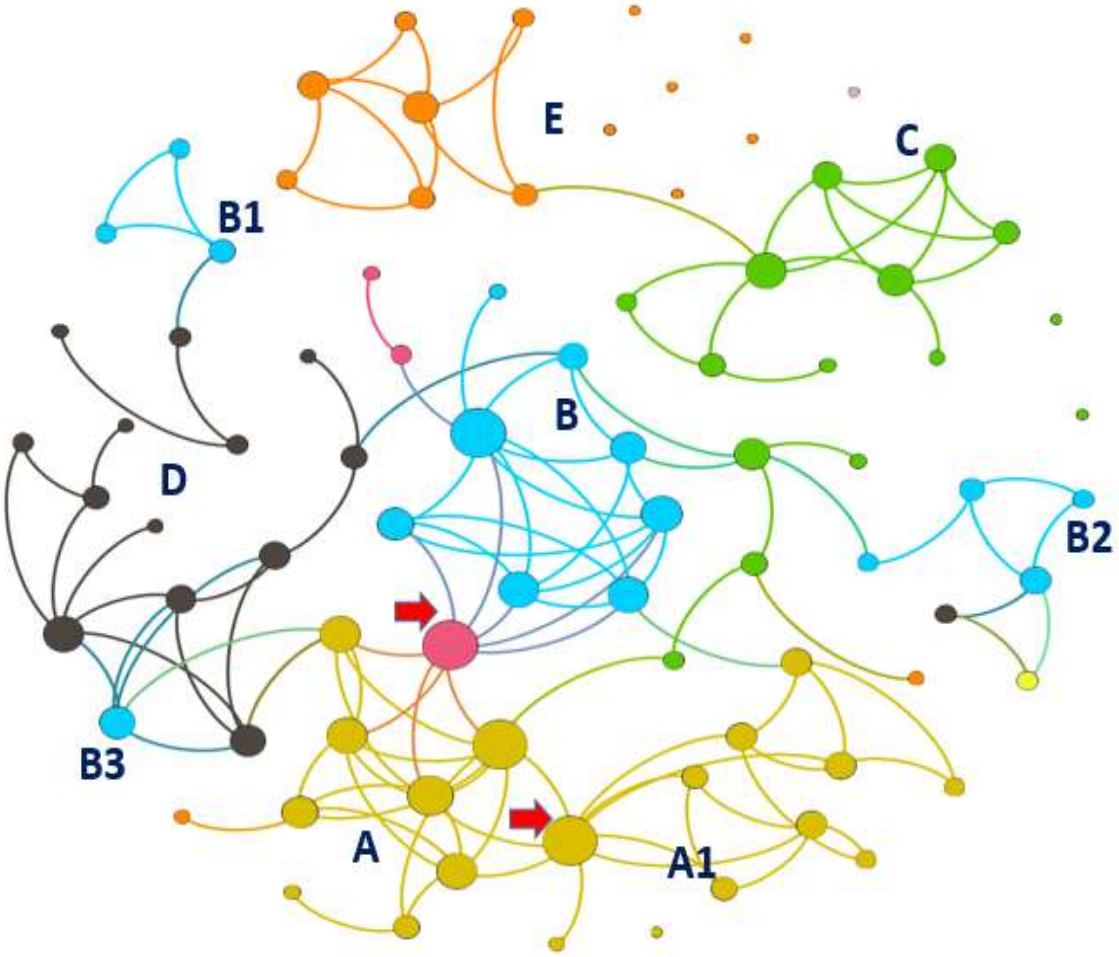

Fig. 7. Mapa de la colaboración científica intra-institucional relativa.

El SIGI permite, además, representar el mapa de la colaboración externa. Se extrajo de toda la producción académica del ICN del mismo período (2009 – 2019), los países que aparecen en el campo afiliación de cada artículo. Esto permitió obtener una representación geográfica de la distribución de la colaboración internacional (Figura 7). La visualización se obtuvo indicando en un mapa mediante un rango de colores el número de colaboraciones de cada país. Para ello, se utilizó la librería cartográfica Cartopy (https://scitools.org.uk/cartopy/).

En el mapa obtenido (Figura 7) se puede apreciar cómo el ICN mantiene una colaboración internacional amplia, con 74 países. Destacan en la colaboración, Alemania e Italia en Europa y Estados Unidos en el continente americano. También, se registran colaboraciones con pequeños países o con poca tradición científica como Bangladesh y Ghana.

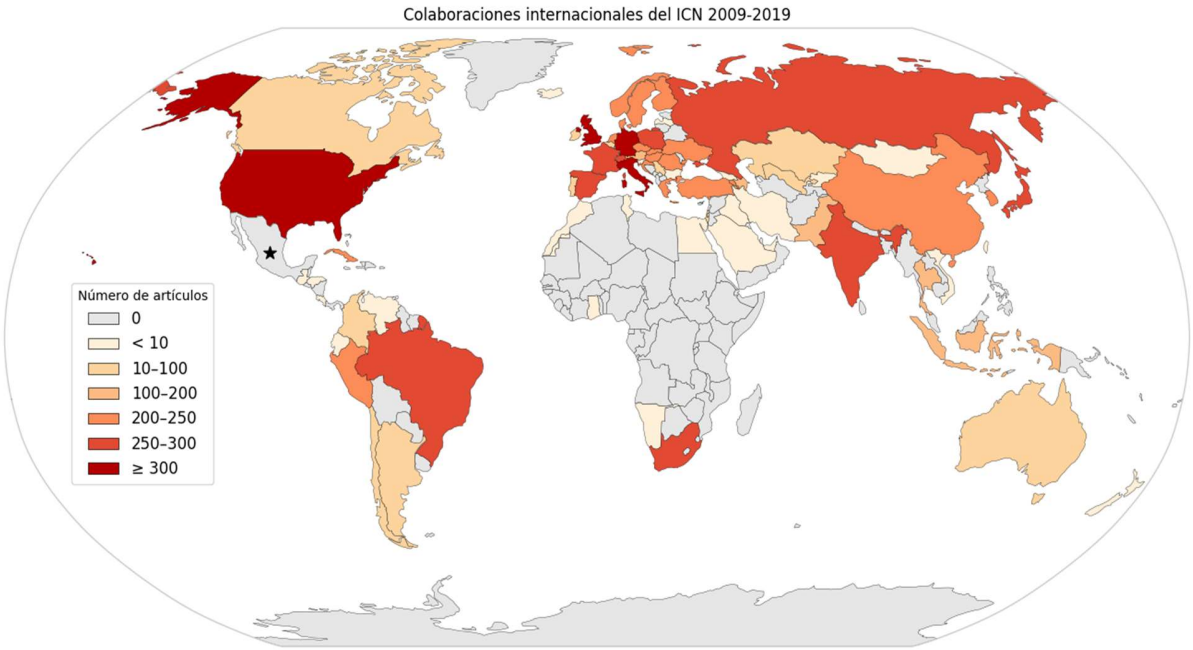

Fig. 6. Colaboración científica internacional

Los avances realizados por la Biblioteca con el SIGI en el ICN, ha hecho que se impongan nuevos retos que devienen en versiones más avanzadas del sistema, sobre todo considerando las limitaciones actuales del mismo. Una de ella, es que, aunque el SIGI está diseñado para contener los documentos a texto completo, no incluye todos los requerimientos de los Repositorios Institucionales, tal como exige la UNAM, CONACYT y los estándares internacionales.

Por otra parte, se pretende seguir avanzando en la incorporación de indicadores (generados automáticamente en ambiente Web) y algoritmos de visualización. El SIGI se potenciaría con la incorporación de indicadores de citación, como la co-citación e impacto. Otro de los retos es programar la importación, de forma automatizada, al SIGI desde las BDs bibliográficas existentes. Para lo cual, habrá que plantearse diversas tareas de programación y validación de datos.

El personal de la biblioteca ha tenido que enfrentar diversas actividades con niveles de complejidad diferentes. Para la GDI, no solo se necesitan los datos sino de modelos y plataformas automatizadas.

IV. Conclusiones

El Sistema Integral de Gestión de Información del Instituto de Ciencias Nucleares (SIGI) ha contribuido a la gestión de los datos de investigación (GDI) en la medida que ha permitido cumplir con la planificación, preservación, análisis y difusión de los resultados académicos del ICN. Permite, a partir de los indicadores bibliométricos, obtener una caracterización de la trayectoria de los investigadores, departamentos y de la institución. Trayectoria mucho más completa al combinar indicadores no solo de producción científica, sino de actividad docente, en congreso y otras actividades.

Al disponer de información organizada y normalizada, se pueden realizar análisis métricos desde diferentes aristas. Esto permitió evaluar a los investigadores o al posicionamiento del ICN de forma rápida y eficiente. Los múltiples estudios solicitados por el Consejo Interno u otras instancias han permitido tomar decisiones académico-administrativas como recontrataciones y promociones. Por otra parte, el registro histórico ordenado de las contribuciones de estudiantes, técnicos académicos e investigadores, ha facilitado la obtención de reportes globales de producción ante instancias administrativas superiores de la UNAM.

La integración de información en una BD estructurada permite obtener fácilmente indicadores relacionales que pueden ser visualizados en forma de redes o mapas. Esta ventaja propicia la identificación de patrones

complejos a partir de los cuales se pueden extraer inferencias que enriquecen los estudios métricos por la Biblioteca.

Este proyecto ha sido una experiencia favorable para la Biblioteca, porque ha permitido potenciar habilidades y conocimientos sobre diversas áreas de especialización como bases de datos, integración de plataformas e indicadores bibliométricos. El personal bibliotecario ha alcanzado autonomía en la gestión de la información, al poder realizar los procesos del SIGI y la generación de indicadores sin la intervención de especialistas informáticos o de sistemas. Estas iniciativas o experiencias pueden ser generalizadas a otras bibliotecas de México y países de la región.

V. Bibliografía

Bell, S., Dempsey, L., & Fister, B. (2015). New Roles for the Road Ahead: Essays Commissioned for ACRL's 75th Anniversary. Recuperado de https://bit.ly/1GVMDaG

Brewerton, A. (2012). Re-skilling for research: Investigating the needs of researchers and how library staff can best support them. *New Review of Academic Librarianship*, 18, 96– 110. http://doi.org/10.1080/13614533.2012.665718

British Crown — cartopy 0.17.0 documentation. (2011-2018). Recuperado el 16 de agosto de 2019, de https://scitools.org.uk/cartopy/docs/latest/

Cain, T., Cheek, F., Kupsco, J., Hartel, L., & Getselman, A. (2016). *Health Sciences Libraries Forecasting Information Service Trends for Researchers: Models Applicable to All Academic Libraries*. College & Research Libraries, 77(5), 595-613. doi: https://doi.org/10.5860/crl.77.5.595.

Carol Tenopir, Danielle Pollock, Suzie Allard, Dane Hughes (2016). *Research Data Services in European and North American Libraries: Current Offerings and Plans for the Future*. Copenhagen, Denmark. ASIST 2016. Proceedings of the 79th ASIS&T Annual Meeting Volume 53 2016. Recuperado de: https://www.asist.org/files/meetings/am16/proceedings/

Chiware, E., Mathe, Z. (2015). Academic libraries' role in Research Data Management Services: A South African perspective. *South African Journal of Libraries and Information Science*. 81 (2), 1-10. doi:10.7553/81-2-1563.

Corrall, S. & Kennan, M. A. & Afzal, W. (2013). Bibliometrics and Research Data Management Services: Emerging Trends in Library Support for Research. *Library Trends*, 61, 3: 636-674. http://doi:10.1353/lib.2013.0005

Corrall, S. (2012*). Roles and responsibilities*: Libraries, librarians and data. In G. Pryor (Ed.), Managing research data (pp. 105– 133). London: Facet.

Corrall, S., Kennan, M., & Afzal, W (2013). Bibliometrics and research data management services: emerging trends in library support for research. *Library Trends*, 61, 636– 674. http://doi.org/10.1353/lib.2013.0005

Cox, A. M., & Pinfield, S. (2014). Research data management and libraries: Current activities and future priorities. *Journal of Librarianship and Information Science*, 46 (4): 299–316.

Cox, A.M., Verbaan, E. (2016). How academic librarians, IT staff, and research administrators perceive and relate to research. *Library & Information Science Research*. 38, 4, 319-326. http://dx.doi.org/10.1016/j.lisr.2016.11.004

Cox, Andrew & Kennan, Mary & Lyon, Liz & Pinfield, Stephen. (2017). Developments in research data management in academic libraries: Towards an understanding of research data service maturity. *Journal of the Association for Information Science and Technology*. 68, 9. https://doi.org/10.1002/asi.23781

González Fernández, V. (2017). Unidades de Bibliometría y bibliotecas universitarias: hacia la transparencia. ThinkEPI. Enero. Recuperado de https://listserv.rediris.es/cgi-bin/wa?A2=ind1701B&L=IWETEL&F=&S=&P=25789

ICN (2012-2019). ICN en cifras. Recuperado el 16 de agosto de 2019, de https://sigi.nucleares.unam.mx/sgiicn/statistics

Max-Planck Gesellschaft (2018). Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities. 14th Berlin OA conference report 2018. Recuperado de http://openaccess.mpg.de/286432/Berlin-Declaration

National Institutes of Health (2019). Bibliometric Services | NIH Library. Recuperado el 16 de agosto de 2019, de https://bit.ly/309Mg9Z

OECD (2018). *Manual de Frascati 2015: Guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental*, OECD Publishing, Paris/FEYCT, Madrid, Recuperado de https://doi.org/10.1787/9789264310681-es.

OECD/Eurostat (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition*, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg. Recuperado de https://doi.org/10.1787/9789264304604-en.

Rambo, N. (2015). *Research Data Management: Roles for Libraries*. Recuperado de https://sr.ithaka.org/publications/research-data-management

Research Councils U.K. (2015). Guidance on best practice in the management of research data. UK. Research Councils U.K. Recuperado de http://www.rcuk.ac.uk/documents/documents/rcukcommonprinciplesondatapolicy.pdf

Si, L., Xing, W. M., Zhuang, X. Z., Hua, X. Q., Zhou, L.M. (2015). Investigation and analysis of research data services in university libraries. Electronic Library, 33, 417-449. doi:10.1108/el-07-2013-0130

Sierra Flores, MM. La biblioteca como gestora y creadora de productos para el control y acceso a la información del Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM. *Ibersid: Revista de Sistemas de Información y Documentación*. 9: 71-78.

Tenopir, C., Talja, S., Horstmann, W., Late, E., Hughes, D., Pollock, D., … Allard, S. (2017). Research Data Services in European Academic Research Libraries. *Liber Quarterly*, 27(1), 23–44. https://doi.org/10.18352/lq.10180

Torres-Salinas, D., Jiménez-Contreras, E. (2012). Hacia las unidades de bibliometría en las universidades: modelo y funciones. *Revista española de Documentación Científica, 35*(3), 469-480. doi: http://dx.doi.org/10.3989/redc.2012.3.959

UCL. (2018). How-to Guides. Recuperado el 16 de agosto de 2019, de Library Services website: https://www.ucl.ac.uk/library/research-support/research-data-management/best-practices/how-guides

UNAM (2015). Acuerdos por lo que se establecen los lineamientos generales de la política para el acceso abierto de la Universidad Nacional Autónoma de México. Gaceta 2015 septiembre. Recuperado de http://ccud.unam.mx/doc_ccud