

**LA INVESTIGACIÓN INTERDISCIPLINARIA EN URUGUAY: UNA
APROXIMACIÓN A PARTIR DE LOS ESTUDIOS MÉTRICOS DE LA
INFORMACIÓN**

**INTERDISCIPLINARY RESEARCH IN URUGUAY: AN APPROACH BASED ON
INFORMATION METRIC STUDIES**

Natalia Aguirre-Ligüera
Universidad de la República, Uruguay
natalia.aguirre@fic.edu.uy
<http://orcid.org/0000-0003-0621-7430>

Bianca Vienni-Baptista
Swiss Federal Institute of Technology (ETH Zurich), Suiza
bianca.vienni@usys.ethz.ch
<https://orcid.org/0000-0003-1282-4288>

Exequiel Fontans
Universidad de la República, Uruguay
exequiel.fontans@fic.edu.uy
<https://orcid.org/0000-0002-4627-4678>

Recibido: 17 de enero de 2022

Revisado: 8 de marzo de 2022

Aprobado: 13 de abril de 2022

Cómo citar: La investigación interdisciplinaria en Uruguay: una aproximación a partir de los estudios métricos de la información (2022). *Bibliotecas. Anales de Investigación*;18(2), 1-24

RESUMEN

Objetivo. El artículo presenta y discute la metodología cuantitativa utilizada para el análisis de cuatro centros interdisciplinarios (CI) en Uruguay y pretende contribuir a la reflexión sobre la forma de abordar, medir y evaluar la investigación interdisciplinaria y sus productos en el caso de países pequeños o con

comunidades de investigación pequeñas. **Diseño/Metodología/Enfoque.** Abordaje exploratorio, cuantitativo, basado en los estudios métricos de la información y el análisis de redes sociales (ARS). Se utilizan dos fuentes de datos en función de las características del centro a estudiar: el CV de los integrantes y la Web of Science (WOS). **Resultados/Discusión.** El comportamiento de publicación es muy diferenciado entre los CI por sus objetos de estudio y composición. El ARS aplicado a las palabras clave de autor permite distinguir sus especialidades temáticas, pero no el grado de integración interdisciplinaria. Mientras que este análisis, combinado con los cinco grandes clústeres, aplicado a las WOS Categories logra establecer ambos aspectos. **Conclusiones.** Los estudios métricos de la información son relevantes para el desarrollo de los Estudios Sociales de la Interdisciplina y Transdisciplina en Uruguay y en la región, porque permiten asegurar un detallado análisis de la producción interdisciplinaria que muchas veces queda invisibilizada por falta de sistematización y deben dialogar y nutrirse con los enfoques cualitativos. **Originalidad/Valor.** Mostrar una metodología específica para el abordaje de la producción interdisciplinaria de grupos pequeños y heterogéneos.

PALABRAS CLAVE: Estudios métricos de la información; Bibliometría, Interdisciplina; Grupos interdisciplinarios; Uruguay.

ABSTRACT

Objective. The article presents the quantitative methodology used for the analysis of four interdisciplinary centers in Uruguay. It aims at contributing with the discussion on how to approach, measure and evaluate interdisciplinary research and its products in the case of small countries or countries with small research communities. **Design/Methodology/Approach.** We applied an exploratory quantitative approach, based on metric studies of information and social networks analysis. Two data sources were used depending on the characteristics of the center to be studied: the CV of the members and the Web of Science (WOS). **Results/Discussion.** The publication behavior is very different among the four centers under study due to their objects of study and composition. The social networks analysis applied to author keywords allowed us to distinguish researchers' thematic specialties, but not the degree of interdisciplinary integration. This analysis, combined with five large clusters, applied to WOS categories allowed us to obtain a more accurate perspective of both aspects. **Conclusions.** Metric studies of information are relevant for the research area entitled as Studies of Interdisciplinarity and Transdisciplinarity in Uruguay and in the region. Quantitative methods allowed us to ensure a detailed analysis of interdisciplinary knowledge production that often remains invisible due to lack of systematization. We argue that it is necessary to complement and nourish quantitative methods with qualitative approaches. **Originality/Value.** The article shows a specific methodology for approaching interdisciplinary knowledge production of small and heterogeneous groups.

KEYWORDS: Metric Studies; Bibliometrics; Interdisciplinarity; Interdisciplinary Groups; Uruguay.

INTRODUCCIÓN

Uruguay es un pequeño país al sur de América del Sur, tiene alrededor de 3 millones y medio de habitantes y un territorio de 176 215 km². La comunidad científica nacional también es pequeña y esto plantea un primer problema difícil de salvar en los estudios bibliométricos, la escala. Si se toma un nivel de agregación macro, como por ejemplo el país, es posible recuperar un conjunto de datos que posibiliten estos trabajos, pero cuando el foco se coloca a nivel meso o micro (Vinkler, 1988) como una disciplina o grupo de investigación, es más complicado dado el pequeño número de publicaciones registradas en las

bases de datos. El trabajo minucioso de normalización y validación de datos es requerido, ya que pequeños errores por sinonimia, por ejemplo, podrían impactar fuertemente en los resultados.

Uruguay no cuenta con bases de datos nacionales o un sistema de información que recoja la producción científica del país, esta ausencia sumada a que buena parte de esta producción no está reflejada en el escaparate de la ciencia internacional, conforman un segundo obstáculo para realizar estudios de este tipo.

Sin embargo, el país cuenta con el sistema CVUy de currículum vitae (CV) estandarizado, que toma como referencia el sistema CV LATTES de Brasil y lo adapta. El CV se ha vuelto una fuente fundamental para estudios comprensivos de la producción científica nacional. El uso del CV como fuente de datos para los estudios bibliométricos se transforma en un paliativo ante la ausencia de otras fuentes que recojan las publicaciones de los investigadores a nivel nacional y permite un abordaje más robusto para el estudio de grupos o disciplinas, en particular aquellas mal representadas en otras fuentes (Picco et al., 2014).

Tanto en la esfera internacional como nacional, hay una tendencia a desarrollar investigaciones de carácter interdisciplinario, que cobran mayor relevancia en el ámbito académico al permitir entender las problemáticas sociales desde una perspectiva más plural e integral (Vienni-Baptista, 2016). El trabajo en las interfaces entre varias disciplinas y/o campos de conocimiento, denominado de forma genérica como interdisciplina (ID), se ha dedicado a abordar problemas multidimensionales que requieren de la integración de diferentes cuerpos de conocimiento.

La creación, en el año 2008, del Espacio Interdisciplinario (EI) en la Universidad de la República (UDELAR), principal institución de ciencia y tecnología del país, ha incentivado diversas prácticas de investigación interdisciplinaria al interior de la universidad. Este trabajo, reflexiona sobre estas prácticas y centra el análisis en cuatro centros interdisciplinarios (CI) financiados por el EI. La conformación de los CI supone la consolidación de grupos de trabajo sólidos en cuanto al desarrollo de la ID permitiendo diferentes modalidades y mayores niveles de integración disciplinaria. Son espacios que se articulan en torno a áreas-problema de clara relevancia nacional, que requieren de enfoques y prácticas disciplinarias diversas e integradas para su comprensión, y desarrollan tanto actividades de enseñanza, como de investigación y extensión.

El artículo presenta y discute la metodología cuantitativa utilizada para el análisis de los cuatro CI como forma de contribuir a la reflexión en torno a la forma de abordar, medir y evaluar la investigación interdisciplinaria y sus productos en el caso uruguayo. Su objetivo es contribuir a la identificación y caracterización de grupos interdisciplinarios con perfiles diferentes de producción e integración, a partir de la medición del grado de integración de las disciplinas que participan en los grupos.

Se parte desde un abordaje cuantitativo, pero se discute la importancia de complementar este enfoque con una perspectiva cualitativa que pueda enriquecerlo. Tal es así, que se realza este aspecto, su valor en función de la literatura consultada y se proponen líneas para futuras investigaciones.

Este trabajo se articula en las siguientes secciones: un marco teórico constituido por un breve acercamiento a la temática interdisciplinaria y los antecedentes de aplicación de estudios métricos de la información para abordar el fenómeno de producción de conocimiento interdisciplinario; un apartado metodológico que describe brevemente las técnicas empleadas en función de las fuentes de datos

utilizadas; los resultados agrupados por centros con características similares; una breve discusión de los hallazgos; y una sección final de conclusiones.

Marco teórico: la interdisciplina y su medición a partir de los Estudios Métricos de la Información

La literatura científica internacional se ha encargado desde la década del '70, e incluso antes, de buscar una definición consistente para la ID como forma de investigación (Klein, 1996), enfatizando en diferentes dimensiones. Una definición genérica del concepto la entiende como una síntesis de ideas, datos o información, métodos, herramientas, conceptos o teorías de dos o más disciplinas buscando responder una pregunta o producir un nuevo conocimiento para resolver problemas complejos que se encuentran fuera del alcance de una sola disciplina o área, o al menos contar con mayor conocimiento sobre los mismos (Bruun, Hukkinen, Huutoniemi y Klein, 2005; Klein, 1990, 1996, 2005, 2011; Lattuca, 2001; National Academy of Sciences, 2005; Repko, 2008; Repko, Newell y Szostak, 2011; Romm, 1998; por mencionar algunos). En el ámbito latinoamericano, el área de estudio denominada Estudios sobre Interdisciplina y Transdisciplina (ESIT) (Vienni-Baptista, 2016) busca investigar y sistematizar las prácticas interdisciplinarias y transdisciplinarias en diferentes contextos e instituciones del continente.

En las últimas décadas, la convocatoria a la interdisciplina ha calado en los discursos de la ciencia y las políticas de educación superior siendo un tema de investigación y gestión de políticas científicas en diferentes países y continentes (Ledford, 2015).

Un dilema que enfrenta la ID, es que el término se utiliza para cubrir una diversidad de prácticas. De la revisión de literatura surgen un conjunto de dimensiones para abordar las prácticas interdisciplinarias, este trabajo se centra en la medición del grado de integración. En tal sentido, resultan relevantes los cuatro principios de integración que surgen de la visión comparativa entre el proceso de investigación interdisciplinaria (Klein, 2011):

- i) Principio de varianza (*variance*): no existe una fórmula universal de la integración pues el ámbito de aplicación y la complejidad varían;
- ii) Principio de plataforma (*platforming*): atiende a la estructura de la interacción, el potencial de la integración y su fundamento. *Platforming* es un conjunto de acciones destinadas a la construcción de los fundamentos para la integración. En el trabajo colaborativo, también implica poner en escena las condiciones que oficiaron de antecedentes y de factores contextuales cruciales para la integración cognitiva y social;
- iii) Principio de iteración: implica moverse hacia atrás y hacia adelante en el proceso investigativo, utilizar la triangulación, el equilibrio reflexivo y el tejido;
- iv) Principio de racionalidad comunicativa: se trata de intentar construir un lenguaje común y compartido, aprendizaje social, la traducción, la negociación - la mediación y la intersubjetividad.

Por su parte, Huutoniemi, Klein, Bruun y Hukkinen (2009) identifican dos tipos de integración: ID estrecha en la que los campos participantes están conceptualmente cerca unos de otros. La interacción entre campos no es excepcional o particularmente desafiante en términos epistemológicos, ya que los conceptos, teorías y/o métodos son relativamente similares en sus presupuestos epistemológicos. ID

amplia que se origina a partir de campos conceptualmente diversos que cruzan los límites de amplias áreas intelectuales. Estas dos categorías de integración son las que se intenta establecer en el trabajo para los cuatro CI.

La interdisciplina ha puesto en jaque a evaluadores y gestores de la política científica, porque los modelos de evaluación muchas veces no tienen en cuenta esta forma de producir conocimiento (Huutoniemi et al., 2009). La evaluación ha sido parte de la organización de la ciencia académica desde que ésta se institucionaliza en el siglo XIX (Gibbons et al., 1994; Merton y Zukerman, 1971). La evaluación no es tan solo un modo de medir y fomentar la calidad, sino también una forma de definir qué investigación queremos para el futuro. En particular, la evaluación académica involucra juicios acerca del desempeño de los investigadores que se transforman en señales que tarde o temprano producen resultados que pueden ocasionar efectos diferentes en distintos campos, modalidades de investigación o estadios de la carrera académica (Bianco y Sutz, 2014).

La indexación de revistas en las bases de datos internacionales, su jerarquización según el factor de impacto y la estructura de las firmas de los artículos científicos constituyen insumos básicos en la evaluación académica actual (Kreimer, 2012). Algunos trabajos recientes desarrollados por Leydesdorff, Rafols y Milojevic (2020) advierten que estos insumos resultan engañosos para ponderar el trabajo interdisciplinario y su impacto.

La bibliometría tiene algunos desafíos para poder estudiar el conocimiento interdisciplinario formalizado en la producción científica (Wagner et al, 2011). Cada campo o especialidad presenta particularidades que requieren de un abordaje bibliométrico específico y no admite comparaciones entre campos o especialidades (Martin, 1996; Martin e Irvine, 1983), esto supone un problema a resolver cuando se está trabajando con conocimiento interdisciplinario, que muchas veces se sitúa en la frontera entre disciplinas y que por tanto no puede mirarse desde las generalidades que describen o caracterizan a cada una de ellas.

En la revisión de literatura del cuadro 1 aparecen primero los *review* y luego ejemplos de las diferentes aproximaciones aplicadas para evaluar la interdisciplina y su producción científica. Cabe resaltar la diversidad de enfoques que dan cuenta de las particularidades del fenómeno bajo estudio.

Cuadro 1. Revisión de literatura sobre estudios métricos para medir interdisciplina

Trabajos	Abordaje	Aportes
Bordons, Morillo y Gómez (2004)	Revisión bibliográfica	Encuentran que los trabajos que usan las publicaciones para identificar interdisciplina, podrían agruparse en: colaboración entre autores de diferentes disciplinas; la coocurrencia de más de un código de clasificación de las publicaciones; la naturaleza interdisciplinaria de las revistas donde se publican los trabajos; y la presencia de citas y referencias interdisciplinarias.
Sugimoto y Weingart (2015)	Revisión bibliográfica	Reseñan trabajos que han detectado y medido la actividad disciplinaria e interdisciplinaria y encuentran estudios de las publicaciones, con foco en revistas, categorías temáticas y citas; trabajos de los investigadores centrados en autores, mentores y afiliaciones; y estudios de las ideas que enfatizan en idioma, tópicos abordados y metodologías.
Wagner, Roessner, Bobb, Klein, Boyack, Keyton, Rafols y Bömer (2011)	Revisión bibliográfica	Luego de una revisión de los antecedentes a la medición de la interdisciplina (coautoría, cocitación, coreferencias), señalan la necesidad de ampliar los estudios sobre la temática. Sugieren que la combinación de abordajes cuantitativos y cualitativos parecen identificar procesos de interdisciplina, aunque resultan costosos y de difícil reproducibilidad.

Schummer (2004); Sugimoto (2014); Ni y Sugimoto (2013); Sugimoto, Ni, Russell y Bychowski (2011)	Fomación de los autores; genealogías académicas; afiliación institucional	Ponen el foco en identificar la producción de conocimiento interdisciplinario a través de la afiliación disciplinaria. La formación de autores, tutores o integrantes de tribunales es usada para determinar la interdisciplinariedad de un trabajo. Algunos autores utilizan árboles genealógicos a partir de las relaciones formales surgidas entre tutores y tutorados, y/o integrantes de un tribunal y el disertante. Se parte del supuesto que si los integrantes del tribunal son de distintas disciplinas la tesis y su autor reflejan un abordaje y/o una formación interdisciplinaria, respectivamente.
Jaramillo Salazar, Lopera y Albán Conto (2009)	Trayectorias académicas	Se mapean la emergencia de las prácticas interdisciplinarias en función de ciertos problemas de investigación, a través de las trayectorias de investigación de los académicos vinculadas a su formación, su reconocimiento, la movilidad académica y a otras dimensiones.
Molas-Gallart, Rafols y Tang (2014)	Vinculación con actores no académicos e impacto	Luego de estudiar 15 proyectos de investigación en ciencias sociales y su vinculación con actores no académicos buscando la identificación del impacto social concluyen que la ID no es suficiente para lograrlo si los proyectos no son de "largo plazo".
Leydesdorff y Rafols (2009); Leydesdorff, Carley y Rafols (2013); Leydesdorff, Rotolo y Rafols (2012); Leydesdorff y Rafols (2012); Rafols, Portery Leydesdorff (2010); Sugimoto y Weingart (2015); Chavano, Tang y Rafols (2014)	Estudio de temáticas (WOS Category) / estudios de citación	Las WC han sido utilizadas para realizar mapas de la ciencia, en dónde se puede apreciar cómo se relacionan las disciplinas presentes en WOS a través del comportamiento de citación. Si se quiere ir más allá de la identificación de la colaboración entre disciplinas, también se ha reportado su utilidad para medir el grado de interdisciplinariedad. Estos mapas permiten obtener una visualización de la estructura de conocimiento de un dominio, a través de las distancias cognitivas que existen entre las disciplinas.
Cronin y Person (1990); Porter y Chubin (1985)	Estudio de citación	Usan las categorías temáticas de WOS para identificar la exportación de ideas y las citas ajenas a los campos, tomándolos como indicadores de interdisciplina.
Bordons, Zulueta, Romero y Bamigón (1999); Qin, Lancaster y Allen (1997)	Estudios de coautoría	Plantean dificultades porque muchas veces los niveles de agregación de las afiliaciones no muestran la especialidad del autor o porque la afiliación puede no representar la especialidad de los coautores.

En el trabajo el análisis temático aplicado a la producción científica, a través de las *WOS Categories* (WC) para los CI con fuerte presencia en WOS y para los otros de las palabras clave reportadas por los autores en el CV, tomando como referencia los trabajos precedentes.

METODOLOGÍA

Se realiza un estudio exploratorio, que utiliza técnicas cuantitativas y se sustenta en el marco teórico y metodológico provisto por los estudios métricos de la información. En este apartado se describen brevemente los centros interdisciplinarios a estudiar y las fuentes utilizadas en consonancia con las técnicas aplicadas, se detalla la forma de obtención de los datos, su normalización y procesamiento.

Los CI bajo estudio se presentan en el cuadro 2, tienen distintos perfiles en su composición y en la forma de comunicación de su trabajo, por lo cual se usan diferentes fuentes para capturar su producción. El número de integrantes corresponde a 2017-2018.

Cuadro 2. Centros interdisciplinarios, según integrantes, áreas y fuente de datos

Centro Interdisciplinario	n integrantes	Áreas de actuación	Fuente
CEINBIO - Centro de Investigaciones Biomédicas	65	Ciencias Médicas y de la Salud; Ciencias Naturales y Exactas; en menor medida: Ciencias Agrícolas; Ingeniería y Tecnología	CVUy+WOS
CIEN - Centro Interdisciplinario sobre Envejecimiento	13	Ciencias Sociales; Ciencias Médicas y de la Salud; Humanidades	CVUy
CINQUIFIMA - Centro de Nanotecnología, Química y Física de Materiales	17	Ciencias Naturales y Exactas; Ingeniería y Tecnología; Ciencias Médicas y de la Salud	CVUy+WOS
CMCISUR - Centro Interdisciplinario para el Manejo Costero Integrado del Cono Sur	12	Ciencias Sociales; Ciencias Naturales y Exactas; en menor medida: Ingeniería y Tecnología; Humanidades	CVUy

La selección de los CI fue deliberada con el fin de mostrar la heterogeneidad en la que se produce interdisciplina dentro del universo de doce centros financiados por el Espacio Interdisciplinario en el año 2016, al momento del desarrollo de esta propuesta de investigación. El estudio de los cuatro CI toma dos fuentes de datos complementarias: el CV de los investigadores, en formato CVUy; y las bases de datos de la WOS de la empresa *Clarivate Analytcs*, desde la perspectiva de los estudios métricos de la información (EMI) y del análisis de redes sociales (ARS).

El sistema CVUy es una fuente longitudinal que refleja la carrera de los investigadores en sus diferentes facetas de la actividad profesional y académica, interesa particularmente porque reporta toda la producción científica de cada investigador.

Se obtuvo el CV de los integrantes de los cuatro CI en diciembre de 2017 mediante una aplicación desarrollada por la Comisión Académica de Posgrado (CAP) de la UDELAR que interroga a la plataforma CVUy. La normalización de los datos es con el paquete informático Open Refine (Verborgh y Wilde, 2013) y herramientas de Excel (Microsoft Office 2016).

Para mostrar las diferentes modalidades de comunicación formal de los CI, se utilizan tres indicadores unidimensionales, tomados del CVUy: % de publicaciones indexadas en WOS, tipo de documento e idioma de publicación. Estos indicadores permiten rápidamente escoger la fuente de datos adecuada para cada CI.

Con el objetivo de medir el grado de integración de los dos CI (CIEN y CMCISUR) volcados a la publicación en ámbitos regionales o locales, se usa como fuente de datos el CVUy y se aplica el ARS a las palabras clave asignadas por los investigadores a sus trabajos. Estas palabras provienen del lenguaje natural, y aunque no estén estructuradas deberían reflejar sin distorsión la terminología del área de especialidad y representar adecuadamente las temáticas de cada publicación.

El ARS es un enfoque en las ciencias sociales que centra su atención en las relaciones entre actores, más que en éstos, por ello es conocido también como análisis estructural (Freeman, 2012). Una red social es una representación gráfica (un grafo) compuesta por los actores o nodos y sus relaciones o aristas. En estos dos CI los nodos corresponden a palabras clave del autor y las aristas significan coocurrencia de

palabras. La red resultante es abordada a partir del análisis de comunidades, que son un conjunto de nodos que están más densamente conectados entre sí (Aldecoa, 2013) y que probablemente comparten propiedades comunes y/o juegan roles similares dentro del gráfico (Fortunato, 2010).

Con el fin de identificar los nodos más representativos de cada comunidad, se calculan las medidas de centralidad: Grado (*degree*), Grado Normalizado (*Ndegree*) y Grado con peso (*Wdegree*) (Wasserman y Faust, 1994), que se explican brevemente:

- Grado: es la medida más intuitiva de centralidad, refiere a la cantidad de relaciones que un nodo establece con otros; los nodos mejor conectados tienden a ser los más influyentes en la red.
- Grado normalizado: es el porcentaje de nodos de la red con los que efectivamente se tiene relación.
- Grado con peso: es el número de relaciones que establece un nodo con los nodos con los que está conectado.

Los datos de la WOS son descargados en mayo de 2018 a partir de la consulta a sus tres índices principales SCI, SSCI y A&HCI con la estrategia de búsqueda del nombre de los investigadores y la dirección postal de Uruguay. Este procedimiento se aplica a los dos centros volcados a la publicación en revistas indexadas de corriente principal (CEINBIO y CINQUIFIMA). La normalización de los nombres de los autores se realiza con el paquete informático Open Refine. Para establecer el grado de integración se toman las WC a partir del ARS y se las procesa y visualiza con los paquetes informáticos Pajek (Batagelj y Mrvar, 2004) y Gephi (Bastian, Heymann y Jacomy, 2009) para obtener las redes temáticas. A los nodos, en este caso WC, se les asigna como atributo la cantidad de documentos, lo que permite identificar las temáticas más frecuentes, y un número del 1 al 5 que identifica al clúster asignado a cada WC a partir de la agrupación de Carley, Porter, Rafols y Leydesdorff (2017). Estos autores clasifican a las WC en cinco clústeres: Medicina, Ciencias Sociales Psicología, Física Química, Biología e Ingeniería Matemática.

En la revisión de literatura no se identifican antecedentes que definan cuantitativamente cuándo se trata de un grado de integración amplio o estrecho (Kelly, 1996; Klein, 2005). Por ello, se establece como umbral el 50% de WC en uno de los cinco clústeres como una buena aproximación de este fenómeno. Así, si la producción de un grupo se concentra en un 50% o más en WC de un mismo clúster se considera un grado de integración estrecha, de lo contrario la integración es amplia.

Por último, se identifican las comunidades más representativas de cada centro tomando un mínimo de documentos que varía según las características de producción del centro analizado.

La producción científica de cada centro se divide en dos períodos, tomando como punto de inflexión la fecha de inicio del financiamiento del centro. De tal manera el primer período incluye la producción de los integrantes del centro previo a esa fecha; el segundo período toma la producción a partir de esa fecha hasta 2016. Finalmente se considera en conjunto ambos períodos. Separar en dos períodos permite averiguar si las temáticas abordadas variaron al conformarse cada centro, mientras que tomarlos en conjunto permite describir la evolución de la red (Liu y Xia, 2015).

En el siguiente apartado se presentan los resultados en el orden planteado en la metodología, de acuerdo a las fuentes utilizadas por CI.

RESULTADOS

Caracterización de los CI

Los cuatro CI tienen un comportamiento de publicación muy diferenciado como se observa en la tabla 1. Mientras que en el CIEN y el CMCISUR menos de un décimo de sus publicaciones están recogidas en WOS, en el caso del CEINBIO y el CINQUIFIMA alrededor de dos quintos de sus trabajos están indizados en WOS. Las temáticas abordadas por los centros y las disciplinas de origen de sus investigadores/as seguramente expliquen estas diferencias.

En el CIEN y el CMCISUR destaca la producción de libros o capítulos y de publicaciones en eventos, también en el CMCISUR tienen importancia los informes técnicos, asesorías, y proyectos. Los artículos arbitrados representan alrededor de un quinto del total en ambos y son publicados mayoritariamente en revistas no indizadas en WOS. En relación con el idioma ambos centros vehiculizan sus trabajos ampliamente en español. Al contrario, en el CEINBIO y el CINQUIFIMA dos tercios de sus trabajos son en inglés y los artículos arbitrados representan poco menos y poco más de la mitad de su producción, respectivamente, de éstos la mayoría es indizado en WOS (tabla 1). Estas diferencias fundamentan la necesidad de utilizar dos fuentes de datos para obtener una visión adecuada del comportamiento de publicación de cada CI.

Tabla 1. Centros interdisciplinarios según características de sus publicaciones.
Fuente: CVUy y WOS

Publicaciones	CEINBIO	CINQUIFIMA	CIEN	CMCISUR
número (n) en CVUy	2737	1844	486	525
n WOS	1068	830	20	47
% WOS	39%	45%	4%	9%
Tipo de publ. en CVUy				
Artículo arbitrado	44%	54%	23%	17%
Artículo no-arb.	1%	0,4%	3%	2%
Capítulo de libro	7%	2%	20%	10%
Congreso	39%	37%	34%	37%
Divulgación	1%	1%	5%	4%
Inf. Técn./Proy./As.	0,4%	2%	5%	14%
Libro	0,3%	0,5%	10%	4%
Otro	7%	3%	0,6%	11%
Idioma en CVUy				
Español	30%	26%	87%	74%
Inglés	69%	73%	13%	26%
Otro	0,4%	1%	0,2%	0,2%

Grado de integración

En los cuatro CI se describe la red conformada por palabras clave o por WC, según el uso de CVUy o WOS como fuente, el componente gigante y luego las principales comunidades de éste. El análisis de las principales comunidades del componente gigante de cada CI echa luz sobre sus temáticas de especialidad, la evolución temporal de las mismas, y la intensidad de las relaciones que establecen los nodos (las temáticas) entre sí.

CIEN y CMCISUR

El CIEN y el CMCISUR se conforman en 2009, la red de palabras clave se analiza en 2 períodos, desde la primera publicación reportada hasta el año 2008, y desde 2009 hasta 2016. En el segundo período hay un incremento en el número de publicaciones en ambos CI. La tabla 2 funciona como resumen del ARS, muestra el tamaño de la red y del peso del componente gigante. El número de nodos de ambos centros aumenta en el segundo período y se incrementa significativamente el número de aristas y de componentes.

Tabla 2. Red de palabras clave del CIEN y CINQUIFIMA, por período

Grupo	Período	n publ.	Tamaño de la red			Componente Gigante	
			n nodos	n aristas	n comp.	n nodos (%)	n aristas (%)
CIEN	1992-2008	115	81	116	8	67 (83%)	107 (92%)
	2009-2016	134	103	191	14	92 (89%)	184 (96%)
	1992-2016	249	152	290	8	140 (92%)	283 (98%)
CMCISUR	1984-2008	138	154	179	52	65 (42%)	126 (70%)
	2009-2016	192	213	316	39	159 (75%)	295 (93%)
	1984-2016	330	328	473	76	209 (64%)	412 (87%)

Fuente: CVUy

Es muy llamativa la gran cantidad de componentes de la red del CMCISUR, alcanzando 79 componentes en todo el período. Esta característica lo diferencia del CIEN, para el cual en todo el período se identifican 8 componentes. La gran dispersión del CMCISUR podría deberse a una gran variedad de temáticas en las que trabaja el centro y/o a la falta de normalización de los términos que utilizan para referir a sus trabajos. También podría explicarse por la escasa colaboración autoral en las publicaciones entre los integrantes del CI.

Al analizar el componente gigante en el CIEN, aglutina desde el inicio a la enorme mayoría de nodos y aristas de la red, incrementando esa proporción entre períodos y en el acumulado, lo que indica una diversificación del número de temáticas abordadas por los investigadores del CI. Mientras que en el CMCISUR se aprecia que el peso relativo del componente gigante se incrementa de un período a otro, pero se parte de un guarismo tan bajo (42%) que lo torna débil para representar a la red.

Tabla 3. Comunidades más representativas del componente gigante (CIEN), por período

Grupo	Período	Comunidad	Componente gigante				
			n publ.	n nodos	%	n aristas	%
CIEN	1992-2008	ENVEJECIMIENTO	51	35	52%	55	51%
		SOCIEDAD DE LA INFORMACION	43	16	24%	20	19%
		PSICOTERAPIA	16	12	18%	18	17%
	2009-2016	ENVEJECIMIENTO	65	39	42%	70	38%
		SOCIEDAD DE LA INFORMACION	44	24	26%	58	32%
		PSICOTERAPIA	9	8	9%	12	7%
	1992-2016	ENVEJECIMIENTO	121	64	46%	126	45%
		SOCIEDAD DE LA INFORMACION	94	41	29%	79	28%
		PSICOTERAPIA	28	16	11%	25	9%
CMCISUR	1984-2008	RIO DE LA PLATA	35	46	71%	85	67%
		PAISAJE CULTURAL	33	19	29%	20	16%
	2009-2016	RIO DE LA PLATA	58	61	38%	105	36%
		PAISAJE CULTURAL	68	70	44%	124	42%
	1984-2016	RIO DE LA PLATA	97	94	45%	177	43%
		PAISAJE CULTURAL	108	84	40%	156	38%

Fuente: CVUy

Entre las comunidades del componente gigante se seleccionan aquellas que presentan al menos una palabra clave en 10 publicaciones.

Así, en el CIEN se identifican tres comunidades (“Envejecimiento”, “Sociedad de la Información”, “Psicoterapia”) presentes en los dos períodos y en el acumulado, como lo muestra la tabla 3. La comunidad “Envejecimiento” es la más representativa de la producción del CIEN ya que concentra el mayor número de publicaciones para ambos períodos y también en el acumulado. (tabla 3). Esto significa que previo a la conformación del centro, sus investigadores producían principalmente publicaciones sobre esta temática y lo continúan haciendo. También se aprecia como el grado de esta palabra clave aumenta en el último período, mientras que el grado normalizado disminuye, esto puede explicarse por el incremento de nodos entre períodos. (tablas 3 y 4). Por tanto, si bien aumentaron los documentos sobre esta temática, también surgieron nuevos temas con posterioridad a la conformación del centro.

En el CMCISUR se identificaron dos comunidades presentes en todos los períodos. A diferencia de otros centros estudiados, no es posible identificar claramente una temática de especialidad; puede decirse que la producción del CMCISUR se distribuye en tres partes parejas, donde la primera representa una porción más grande (43%) e incluye palabras clave relacionadas al “Río de la Plata”; la segunda significa poco más de un tercio, con palabras clave vinculadas al tópico “Paisaje Cultural”; y finalmente la parte más pequeña que se dispersa en diversas temáticas. Vale indicar que estas dos comunidades se caracterizan por la gran volatilidad de las palabras clave que las integran. Se focaliza en la comunidad “Río de la Plata” y en la tabla 4 se muestran las principales palabras clave por período y sus medidas. Así de las diez palabras más representativas, solo dos están en los tres períodos, seis aparecen en dos, y una solo en uno.

Tabla 4. Comunidad “Envejecimiento” (CIEN), por período

Grupo	Período	Palabras clave	n publ.	grado	grado n.	grado p.
CIEN	1992-2008	ENVEJECIMIENTO	31	24	0,30	49
		IMAGEN DEL CUERPO	9	7	0,09	14
		CUERPO	8	6	0,08	15
		VEJEZ	6	7	0,09	9
		FAMILIA	6	8	0,10	10
	2009-2016	VEJEZ	28	26	0,25	51
		ENVEJECIMIENTO	27	21	0,21	48
		POLÍTICAS PÚBLICAS	16	10	0,10	27
		URUGUAY	15	14	0,14	27
		REPRESENTACIONES SOCIALES	6	7	0,07	10
	1992-2016	ENVEJECIMIENTO	58	39	0,26	97
		VEJEZ	34	30	0,20	60
		URUGUAY	19	17	0,11	33
		POLÍTICAS PÚBLICAS	16	10	0,07	27
		REPRESENTACIONES SOCIALES	11	9	0,06	18
FAMILIA		11	11	0,07	19	
CMCISUR	1984-2008	RIO DE LA PLATA	11	21	0,14	27
		MODELACIÓN HIDRODINÁMICA	8	10	0,07	11
		MODELACIÓN NUMÉRICA	8	12	0,08	16
		EMISARIOS SUBACUÁTICOS	6	8	0,05	9
	2009-2016	RÍO DE LA PLATA	22	28	0,13	39
		SEDIMENTOS FINOS	10	7	0,03	11
		MOHID MODEL	6	9	0,04	11
		MODELACIÓN NUMÉRICA	5	5	0,02	8
		PAISAJE URBANO	5	12	0,06	13
	1984-2016	PROYECTO URBANO	5	7	0,03	8
		RÍO DE LA PLATA	33	43	0,13	66
		MODELACIÓN NUMÉRICA	13	14	0,04	24
		SEDIMENTOS FINOS	12	9	0,03	15
		MODELACIÓN HIDRODINÁMICA	10	12	0,04	14
		PROYECTO URBANO	9	11	0,03	13
MONTEVIDEO		7	12	0,04	13	
MOHID MODEL		6	9	0,03	11	
EMISARIOS SUBACUÁTICOS		6	8	0,02	9	
PAISAJE URBANO		5	12	0,04	13	
BAHÍA DE MONTEVIDEO	5	8	0,02	9		

Fuente: CVUy

El ARS a partir de las palabras clave asignadas por los autores a sus publicaciones contribuye a aproximar la mirada sobre la dimensión grado de integración, pero no hace posible establecer si hay una integración amplia o estrecha.

CEINBIO y CINQUIFIMA

El ARS aplicado a las WC, de las publicaciones indizadas en WOS, correspondientes al CEINBIO y al CINQUIFIMA, permite avanzar un paso más en la medición del grado de integración interdisciplinaria de los CI al integrar los clústeres de Carley et al. (2017).

El CEINBIO y el CINQUIFIMA se conforman en 2004, y sus integrantes registran producción desde 1981 y 1982 respectivamente, por lo tanto los períodos de análisis van desde la fecha de la primera publicación hasta 2003 y desde 2004 a 2016, considerando finalmente el acumulado. El número de publicaciones asciende en el primer período a 301 y 275 y en el segundo se incrementa a 767 y 555, respectivamente.

Tabla 5. Red de WC del CEINBIO y CINQUIFIMA y su componente gigante, por período

Grupo	Período	n publ.	Tamaño de la red			Componente Gigante		
			n nodos	n aristas	n comp.	n nodos (%)	n aristas (%)	n comp.
CEINBIO	1981-2003	301	58	89	13	40 (69%)	89 (92%)	5
	2004-2016	767	92	173	12	70 (76%)	159 (92%)	7
	1981-2016	1068	100	211	13	81 (81%)	203 (96%)	8
CINQUIFIMA	1982-2003	275	69	122	8	51 (74%)	102 (84%)	6
	2004-2016	555	73	146	12	60 (82%)	144 (99%)	5
	1982-2016	830	91	213	6	86 (95%)	213 (100%)	6

Fuente: WOS

La tabla 5 muestra el tamaño de la red y del componente gigante. En el CEINBIO el número de componentes para los períodos analizados no presenta mucha variación, pero se percibe una concentración en el componente gigante, tanto en su tamaño (número de nodos y aristas) como en su peso relativo con respecto a la red. Ello indica una diversificación en el número de temáticas que trata el centro, pues el componente gigante duplica su tamaño y a su vez aumenta su importancia respecto a la red.

En el CINQUIFIMA el número de componentes aumenta entre períodos, pero disminuye en el acumulado. Mientras su componente gigante aumenta en tamaño entre períodos, también incrementa su peso relativo respecto a toda la red, quiere decir que además de ocuparse de más temáticas, éstas se vinculan fuertemente, pasando de un 74% de los nodos, a un 82% cuando se funda el centro y a un 95% para todo el período. Si se considera todo el período estudiado se destaca, además, que el componente gigante concentra la totalidad de las relaciones, pues los 5 nodos que no integran este componente están aislados (tabla 5). Esto podría ser interpretado como que al fundarse el centro los investigadores convergieron hacia determinadas temáticas.

Las comunidades más representativas del componente gigante son analizadas, a partir de cómo se distribuyen los nodos en los cinco grandes clústeres. Vale recordar que si más del 50% de los nodos

pertenecen a un solo clúster el grado de integración se considera estrecho, ya que por lo menos la mitad de las WC tienen una proximidad temática mayor.

Del componente gigante del CEINBIO se seleccionan las comunidades con al menos una WC presente en 20 artículos. Con este criterio se identifican tres comunidades en los tres períodos analizados (“Bioquímica y Biología Molecular”, “Química, Medicinal”, “Ciencia y Tecnología de los Alimentos”), que se presentan en la tabla 6. Cabe destacar que se detectan otras tres comunidades que están solamente en el período acumulado (1981-2016), aquí se incluye toda la producción de los investigadores del CEINBIO, entonces podría interpretarse que se trata de temáticas que no fueron centrales antes de la conformación del centro ni tampoco después, pero que han concitado la atención de los investigadores con cierta asiduidad en los 35 años analizados. Sin embargo, esta interpretación debe ser tomada con mucho cuidado, pues el algoritmo podría dar un resultado diferente por período debido a que cambian la cantidad de nodos y sus pesos relativos (las medidas centrales). En suma, se identifican comunidades diferentes de un período a otro, para el análisis se toman las que están presentes en ambos.

Se encuentra un grado de integración estrecho en “Bioquímica y Biología Molecular” y también en “Ciencia y Tecnología de los Alimentos”. Esto indica que al menos el 50% de las WC están incluidas en un solo clúster “Medicina”. Mientras que en la comunidad “Química Medicinal” las WC se distribuyen en los cinco clústeres en forma pareja por lo tanto hay un grado de integración amplio (tabla 6). El grado de integración de cada comunidad se mantiene entre períodos. Pero cuando se observa con detenimiento la distribución de las WC en los clústeres, se detectan diferencias interesantes. Así, en “Química, Medicinal”, para el primer período la integración amplia se concentra en tres clústeres, con un peso preponderante en “Física, Química”; en el segundo período el peso lo tiene “Biología”, y, en el último período, “Biología” y “Medicina”.

Tabla 6. Patrón del grado de integración de las principales comunidades (CEINBIO), por período

Comunidad Bioquímica y Biología Molecular						
Tipo de integración	Estrecha		Estrecha		Estrecha	
	1981-2003		2004-2016		1981-2016	
Clúster	n WC	% de 18	n WC	% de 12	n WC	% de 9
Medicina	16	89%	9	75%	6	67%
Ciencias Sociales Psicol.	0	0%	0	0%	0	0%
Física Química	0	0%	2	17%	1	11%
Biología	2	11%	0	0%	1	11%
Ingeniería Matemática	0	0%	1	8%	1	11%
Comunidad Química, Medicinal						
Tipo de integración	Amplia		Amplia		Amplia	
	1981-2003		2004-2016		1981-2016	
Clúster	n WC	% de 7	n WC	% de 20	n WC	% de 13
Medicina	2	29%	5	25%	4	31%
Ciencias Sociales Psicol.	2	29%	2	10%	2	15%
Física Química	3	43%	5	25%	2	15%
Biología	0	0%	8	40%	5	38%
Ingeniería Matemática	0	0%	0	0%	0	0%
Comunidad Ciencia y Tecnología de los Alimentos						
Tipo de integración	Estrecha		Estrecha		Estrecha	
	1981-2003		2004-2016		1981-2016	
Clúster	n WC	% de 6	n WC	% de 15	n WC	% de 8
Medicina	4	67%	12	80%	5	63%
Ciencias Sociales Psicol.	0	0%	0	0%	0	0%
Física Química	1	17%	1	7%	1	13%
Biología	1	17%	2	13%	2	25%
Ingeniería Matemática	0	0%	0	0%	0	0%

Fuente: WOS

En el caso del CEINBIO se toma la comunidad “Bioquímica y Biología Molecular”; en la tabla 7 se aprecia que la WC que da nombre a esta comunidad es tema de gran parte de las publicaciones del centro; además es un nodo fundamental en la red como lo expresa su grado normalizado que indica que está conectado con el 59% de los nodos de la red en el primer período y con el 40% en el período completo (Cuadro 11). Esta disminución del grado normalizado puede deberse al incremento de nodos en la red. Esta comunidad, como ya se señaló, presenta una integración estrecha, pues todas las WC pertenecen al clúster “Medicina”. Se destaca el nodo “Biofísica”, con un número constante de publicaciones entre períodos, en torno a 50 documentos, pero en el segundo y el acumulado esta temática adquiere un valor preponderante porque se vincula con más temáticas del centro (el grado pasa de 4 en el primer período a 10 en el segundo). Por su parte, “Endocrinología y Metabolismo”, se consolida como una temática importante en el segundo período, al multiplicarse por 4 la cantidad de documentos. Finalmente, “Neurociencias” parece ser una temática emergente que surge con la fundación del CI.

Tabla 7. Comunidad “Bioquímica y Biología Molecular” (CEINBIO), por período

Wos Category 1981-2003	n publ.	clúster	grado	grado n.	grado p.
Bioquímica y Biología Molecular	153	Medicina	23	0,59	138
Biofísica	54	Medicina	4	0,1	49
Endocrinología y Metabolismo	40	Medicina	2	0,05	40
Wos Category 2004-2016	n publ.	clúster	grado	grado n.	grado p.
Bioquímica y Biología Molecular	376	Medicina	26	0,38	307
Endocrinología y Metabolismo	173	Medicina	4	0,06	174
Biofísica	57	Medicina	10	0,14	51
Biología Celular	30	Medicina	14	0,2	32
Neurociencias	25	Medicina	4	0,06	12
Wos Category 1981-2016	n publ.	clúster	grado	grado n.	grado p.
Bioquímica y Biología Molecular	529	Medicina	32	0,4	445
Endocrinología y Metabolismo	213	Medicina	4	0,05	214
Biofísica	111	Medicina	12	0,15	100
Neurociencias	36	Medicina	5	0,06	16

Fuente: WOS

Por su parte, del componente gigante del CINQUIFIMA se selecciona las comunidades que tienen temáticas con 10 o más publicaciones por período estudiado. Con este criterio se identifica cuatro comunidades que están presentes en los tres períodos analizados (“Ingeniería, Eléctrica y Electrónica”, “Ciencia de los Materiales, Multidisciplinar”, “Química, Multidisciplinar”, “Química, Física”), según muestra la tabla 8. De estas cuatro comunidades, si se considera el período completo, dos tienen integración amplia y dos tienen integración estrecha. Destaca la comunidad “Ingeniería, Eléctrica y Electrónica” con integración amplia y con WC en todos los clústeres. Mientras, “Ciencias de los Materiales, Multidisciplinar” tiene integración estrecha y concentra más de la mitad de sus WC en el clúster “Física, Química”. Las otras dos comunidades varían su grado de integración cuando se considera el segundo período, y en el completo retoman la integración del primero. De estas dos comunidades la más interesante resulta ser “Química, Física” puesto que parte de una integración estrecha, concentrando 4/5 de sus WC en el clúster “Física, Química” (80%) en el primer período, pasa por una integración

amplia en el segundo con un peso muy cercano a la mitad de sus WC en el clúster “Medicina”, y al considerar el acumulado retorna a una integración estrecha, pero con más de 3/5 de sus WC en el clúster “Medicina”. Estos datos parecen mostrar un traslado del foco de interés de los investigadores a partir de la conformación del CI.

Tabla 8. Patrón del grado de integración de las principales comunidades (CINQUIFIMA), por período

Comunidad Ingeniería, Eléctrica y Electrónica						
Tipo de integración	Amplia		Amplia		Amplia	
	1982-2003		2004-2016		1982-2016	
Clúster	n WC	% de 15	n WC	% de 16	n WC	% de 24
Medicina	2	13%	5	31%	3	13%
Ciencias Sociales Psicol.	1	7%	3	19%	4	17%
Física Química	4	27%	2	13%	4	17%
Biología	5	33%	1	6%	6	25%
Ingeniería Matemática	3	20%	5	31%	7	29%
Comunidad Ciencia de los Materiales, Multidisciplinar						
Tipo de integración	Estrecha		Estrecha		Estrecha	
	1982-2003		2004-2016		1982-2016	
Clúster	n WC	% de 11	n WC	% de 12	n WC	% de 16
Medicina	0	0%	0	0%	0	0%
Ciencias Sociales Psicol.	0	0%	0	0%	0	0%
Física Química	10	91%	12	100%	15	94%
Biología	0	0%	0	0%	0	0%
Ingeniería Matemática	1	9%	0	0%	1	6%
Comunidad Química, Multidisciplinar						
Tipo de integración	Amplia		Estrecha		Amplia	
	1982-2003		2004-2016		1982-2016	
Clúster	n WC	% de 7	n WC	% de 6	n WC	% de 9
Medicina	3	43%	1	17%	3	33%
Ciencias Sociales Psicol.	0	0%	1	17%	1	11%
Física Química	3	43%	3	50%	4	44%
Biología	1	14%	1	17%	1	11%
Ingeniería Matemática	0	0%	0	0%	0	0%
Comunidad Química, Física						
Tipo de integración	Estrecha		Amplia		Estrecha	
	1982-2003		2004-2016		1982-2016	
Clúster	n WC	% de 10	n WC	% de 19	n WC	% de 28
Medicina	1	10%	9	47%	17	61%
Ciencias Sociales Psicol.	0	0%	0	0%	0	0%
Física Química	8	80%	7	37%	7	25%
Biología	0	0%	2	11%	2	7%
Ingeniería Matemática	1	10%	1	5%	2	7%

Fuente: WOS

Para el CINQUIFIMA se analiza la comunidad denominada "Química Física" por su nodo más importante, éste multiplica por 4.5 el número de publicaciones en que aparece entre el primer y el segundo período, véase la tabla 9.

Tabla 9. Comunidad Química, Física (CINQUIFIMA), por período¹

Wos Category 1982-2003	n publ.	clúster	grado	grado n.	grado p.
Química, Inorgánica y Nuclear	37	Física Química	7	0,14	33
Química, Física	27	Física Química	7	0,14	24
Química, Analítica	15	Física Química	5	0,10	24
Química, Orgánica	14	Física Química	2	0,04	4
Ciencia y Tecnología Nuclear	12	Física Química	3	0,06	22
Física, Atómica, Molecular y Química	10	Física Química	4	0,08	12
Wos Category 2004-2016	n publ.	clúster	grado	grado n.	grado p.
Química, Física	140	Física Química	17	0,29	155
Química, Inorgánica y Nuclear	58	Física Química	6	0,10	27
Física, Atómica, Molecular y Química	45	Física Química	2	0,03	50
Química, Orgánica	34	Física Química	5	0,08	21
Bioquímica y Biología Molecular	22	Medicina	11	0,19	26
Química, Medicinal (*)	16	Medicina	8	0,14	21
Química, Analítica	13	Física Química	4	0,07	16
Wos Category 1982-2016	n publ.	clúster	grado	grado n.	grado p.
Química, Física	167	Física Química	17	0,20	179
Química, Inorgánica y Nuclear	95	Física Química	7	0,08	60
Física, Atómica, Molecular y Química	55	Física Química	4	0,05	62
Química, Orgánica	48	Física Química	5	0,06	25
Bioquímica y Biología Molecular	30	Medicina	13	0,15	34
Química, Analítica	28	Física Química	6	0,07	40
Ciencia y Tecnología Nuclear	13	Física Química	3	0,04	24

Fuente: WOS

Esta comunidad parte de una integración estrecha concentrada en "Física y Química", pasa por un período de transición de integración amplia con "Física y Química" y "Medicina", para finalmente pasar a una integración estrecha centrada en temáticas vinculadas a "Medicina".

Destaca que, el algoritmo detecta dos comunidades en el primer período, cuando se conforma el centro las comunidades se integran en una sola, y finalmente en el acumulado vuelven a aparecer dos comunidades. Esto podría interpretarse como un conjunto de temáticas vinculadas a dos clústeres, "Física y Química" y "Medicina" que están muy vinculadas entre sí. También es factible otra interpretación (compatible con la anterior): hay un conjunto de temáticas de especialidad del centro vinculadas a "Física y Química" que se mantienen a lo largo de los períodos considerados y que al conformarse el centro comienzan a vincularse con un conjunto importante de otras temáticas de "Medicina". Estas son las posibles interpretaciones del fenómeno; las causas, desde esta perspectiva, solo pueden especularse: podría ser la integración de un investigador ya formado con un perfil en medicina, o la instauración de una nueva línea de trabajo de alguien que ya integraba el grupo.

¹"Química, Medicinal" pasa a otra comunidad en el siguiente período.

DISCUSIÓN

Los cuatro centros estudiados son heterogéneos por las temáticas abordadas, la composición disciplinaria, el número de integrantes que los componen y la forma de efectivizar su comunicación científica. Es importante comprender que estos centros pasaron por procesos de evaluación institucional donde se contemplaron sus especificidades y se valoró su trabajo colaborativo con énfasis en su enfoque interdisciplinario, para ser financiados a largo plazo por la UDELAR. Esta diversidad requirió que se adaptaran los métodos a las especificidades de los centros, estableciendo aproximaciones a medida como plantean Wagner et al. (2011).

Emergen del trabajo algunas limitaciones que presenta el enfoque bibliométrico para estudiar la interdisciplina, y más específicamente el grado de integración que, como se mencionó al inicio, es una de las dimensiones fundamentales que la literatura indica para abordar la investigación interdisciplinaria (Goñi, Vienni, Ferrigno y Guedes, 2018). Fue posible medir el grado de integración en los grupos que tienen una modalidad de comunicación orientada a fuentes internacionales, como WOS, por su estandarización y por haber sido ampliamente utilizadas para estudios métricos anteriores. Por lo tanto, el uso de esta fuente proporciona un vasto bagaje de estudios previos que constituyen antecedentes valiosos a aplicar y adaptar en este trabajo, como por ejemplo la propuesta de agrupación de las WC en cinco clústeres (Carley et al., 2017).

En cuanto a los grupos que se ocupan de problemas de índole más local o regional, que publican en idiomas nacionales y/o que usan otros tipos de publicaciones para vehicular sus hallazgos (Hicks, 1999, 2004), es preciso recurrir a otras fuentes de datos menos utilizadas y desarrollar estrategias *ad hoc*. Se intenta emular el enfoque temático a partir de las palabras clave que proporcionan los CV. El uso de estos términos reportó valiosa información sobre los tópicos más frecuentes en los trabajos de los autores de cada CI y permitió corroborar lo que surge del trabajo que realizaron Goñi et al. (2018) desde un abordaje cualitativo sobre los mismos centros. También este enfoque aportó información a la dimensión grado de integración, aunque no se logró establecer con exactitud, porque para ello sería necesario contar con algún instrumento que normalice y clasifique las palabras clave de acuerdo a su proximidad teórica y conceptual.

El uso de la WOS permitió aprender mejor el fenómeno de estudio, pero requirió establecer un umbral sin base empírica, para determinar cuándo una comunidad presenta un grado estrecho o amplio de integración interdisciplinaria. Este criterio se sustenta en que, si más de la mitad de la producción de un CI se ocupa de temáticas agrupadas en un mismo clúster, podemos inferir una integración estrecha porque las disciplinas que comparten el clúster están más cerca metodológica, conceptual o teóricamente que las otras, y esta mitad es representativa del grado por más que el resto de las temáticas se distribuya en los otros clústeres.

Lo anterior está en línea también con lo planteado por Wagner et al. (2011) sobre que aún hay muchas definiciones y acuerdos a alcanzar entre quienes hacen investigación sobre interdisciplina y que la batería de abordajes métricos da pistas, pero no resulta concluyente. Huutoniemi et al. (2009) llegaron a una conclusión similar, la cual es confirmada recientemente por Leydesdorff et al. (2020). Estos autores abogan por una metodología que articule las relaciones entre los enfoques cualitativos y cuantitativos, formulando desafíos y programas de investigación que valoricen esas sinergias en el amplio ámbito de los

estudios de ciencia y tecnología, los análisis de política científica, los estudios de innovación, la sociología de la ciencia, la ciencia de la ciencia y otros ámbitos conexos (Leydesdorff et al., 2020).

Por lo tanto, aparecen más trabajos en contextos muy específicos y difícilmente replicables, como lo indicaron Chavarro, Tang y Rafols (2014) para el caso colombiano. Así por ejemplo, esta investigación que busca replicar el abordaje en los cuatro CI, pero con fuentes que reportan información muy disímil, resulta difícilmente contrastable con el trabajo de Morillo, Bordons y Gómez (2003) que focalizan en los tres índices de WOS y en el estudio de las revistas adscriptas a más de una WC. Algo similar ocurre con la aproximación de Chavarro et al. (2014), que aborda las distancias cognitivas entre disciplinas a partir de las revistas citadas en el corpus estudiado y un indicador sintético. En los centros bajo estudio no se trabajó con citas ni referencias porque los CV no reportan esos datos, por lo tanto, esa aproximación quedó descartada y se optó por asignar temáticas a las publicaciones, a través de WC o de palabras clave.

En este sentido, se entiende que el grado de integración, así como otras dimensiones de la investigación interdisciplinaria, se vuelve esquivo a los enfoques bibliométricos tradicionales y presenta desafíos para traducir sus categorías de análisis en indicadores a través de estas técnicas. Este abordaje cuantitativo requiere de nuevas miradas que incorporen otros datos y que en lo posible articulen con un enfoque cualitativo (Hicks et al., 2015; Leydesdorff et. al., 2020). La triangulación metodológica puede otorgar sentido y contexto, así como posibilitar el arribo a conclusiones más robustas y comprensivas. De todas formas, se asume que las aproximaciones bibliométricas son valiosas y requieren de experiencia para su implementación e interpretación, pero además exigen el diálogo con los abordajes cualitativos, en general pero particularmente cuando se trata de encarar la investigación interdisciplinaria.

CONSIDERACIONES FINALES

Desde el enfoque de la producción de conocimiento a través de la ciencia académica (Ziman, 2003) y del papel que juegan los investigadores particularmente en este contexto, resulta fundamental que el trabajo interdisciplinario y sus productos en América Latina, y específicamente en Uruguay, puedan revincularse con análisis cualitativos y cuantitativos de las formas de hacer ciencia en este continente. Estas transformaciones no se producen de manera lineal y uniforme, como tampoco se desarrollan de igual forma en las distintas disciplinas.

Analizar la producción de conocimiento científico en el Sur desde una mirada bibliométrica, implica superar la dificultad de que la producción bibliográfica de la región está mal representada en las fuentes de datos multidisciplinares, comúnmente usadas para este tipo de estudios, y en particular la de algunas áreas de conocimiento. A su vez, requiere sobreponerse a la complejidad de estudiar el conocimiento interdisciplinario -esquivo por naturaleza a las clasificaciones temáticas- a partir de fuentes organizadas por disciplinas. Y finalmente, superar también una cuestión de escala, muy presente cuando se pretende caracterizar los productos de investigación de un grupo o centro nacional, considerando que Uruguay tiene una pequeña comunidad científica. En este contexto contar con una fuente alternativa de datos, como el CV, permite vencer parte de estas dificultades, más aún si se considera que es un instrumento normalizado y de uso generalizado entre la comunidad científica nacional. En este contexto, el CVUy se transforma en una fuente relevante para identificar las publicaciones en grupos más orientados en su comunicación científica al ámbito local o regional y/o que vehiculizan sus trabajos a partir de tipos documentales distintos al artículo científico. Sin embargo, como fuente de datos bibliográfica presenta severas limitaciones al reportar menos datos que las bases internacionales (WOS o Scopus) creadas para

este fin. Esta ausencia de datos excluye ciertos análisis, como los estudios de citas, pero la riqueza de la fuente posibilita otros y demuestra que el uso de indicadores inclusivos, asociados a los contextos (Leydesdorff et al., 2020; Rafols, 2021) es posible para sortear estas dificultades en el análisis. Su riqueza radica en el aporte sustancial que ofrece a la discusión sobre las formas de producción de conocimiento colaborativo, en especial para la interdisciplina.

Los resultados presentados indican que el comportamiento de publicación es muy diferenciado entre los CI, el ARS aplicado a las palabras clave de autor permite distinguir claramente las especialidades temáticas de los CI proveyendo datos nuevos pero relacionados indirectamente con el grado de integración disciplinaria desarrollada en estos grupos. Sin embargo, el ARS aplicado a las WC, combinado con los cinco grandes clústeres, permite medir el grado de integración de aquellos centros con fuerte presencia de su producción científica en WOS.

Se consideran relevantes los estudios bibliométricos para el desarrollo de los ESIT en Uruguay y en la región. Estudios como el que se propone aquí permiten asegurar un detallado análisis de la producción interdisciplinaria que muchas veces queda perdida por falta de sistematización. Los autores se plantean dar continuidad a esta línea de investigación a futuro, probando otras metodologías en conjunción con el avance del trabajo interdisciplinario en la región. Para que el trabajo interdisciplinario, y transdisciplinario, obtengan una amplia y consolidada aceptación en los ámbitos académicos latinoamericanos, deben jerarquizarse y replicarse estudios como éste, conformando una memoria institucional que abogue por ellos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aldecoa, R. (2013). *Detección de comunidades en redes complejas* (Tesis de Doctorado). Universitat Politècnica de València, Valencia, España. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10261/97164>

Bastian, M., Heymann, S., y Jacomy, M. (2009). Gephi: An Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks. *Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media*,3(1), 361-362. Recuperado de: <https://ojs.aaai.org/index.php/ICWSM/article/view/13937>

Batagelj, V., y Mrvar, A. (2004). Pajek -Analysis and Visualization of Large Networks. En G. Farin, H.-C. Hege, D. Hoffman, C. R. Johnson, K. Polthier, M. Jünger, y P. Mutzel (Eds.), *Mathematics and Visualization. Graph Drawing Software* (pp. 77–103). Berlin, Alemania: Springer Berlin Heidelberg. https://10.1007/978-3-642-18638-7_4

Bianco, M., y Sutz, J. (2014). Introducción: sobre lo que trata este libro y quien lo produjo. En M. Bianco y J. Sutz (Eds.). *Veinte años de políticas de investigación en la Universidad de la República: aciertos, dudas y aprendizajes* (pp. 9-21). Montevideo, Uruguay: CSIC, Trilce.

Bordons, M., Morillo, F., y Gómez, I. (2004). Analysis of cross-disciplinary research through bibliometric tools. En: H. F. Moed, W. Glänzel y U. Schmoch (Eds.). *Handbook of Quantitative Science and Technology Research. The Use of Publication and Patent Statistics in Studies on S&T Systems* (pp. 437-456). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

- Bordons, M., Zulueta, M. A., Romero, F., y Barrigón, S. (1999). Measuring interdisciplinary collaboration within a University: the effects of the Multidisciplinary Research Programme. *Scientometrics*, 46(3), 383–398. <https://doi.org/10.1007/BF02459599>
- Bruun, H., Hukkinen, J., Huutoniemi, K., y Klein, T. J. (2005). *Promoting Interdisciplinary Research. The case of the Academy of Finland*. Helsinki, Finlandia: Academy of Finland.
- Carley, S., Porter, A. L., Rafols, I., y Leydesdorff, L. (2017). Visualization of Disciplinary Profiles: Enhanced Science Overlay Maps. *Journal of Data and Information Science*, 2(3), 68–111. <https://doi.org/10.1515/jdis-2017-0015>
- Chavarro, D., Tang, P., y Rafols, I. (2014). Interdisciplinarity and research on local issues. Evidence from a developing country. *Research Evaluation*, 23(3), 195–209. <https://doi.org/10.1093/reseval/rvu012>
- Cronin, B., y Person, S. (1990). The export of ideas from information science. *Journal of Information Science*, 16(6), 381–391. <https://doi.org/10.1177/016555159001600606>
- Fortunato, S. (2010). Community detection in graphs. *Physics Reports*, 486(3-5), 75–174. <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2009.11.002>
- Freeman, L. C. (2012). *El desarrollo del Análisis de Redes Sociales. Un estudio de Sociología de la Ciencia*. Bloomington, EE.UU.: Palibrio.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., y Trow, M. (1994). *The new production of knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies*. Londres, Inglaterra: Sage Publications.
- Goñi, M., Vienni, B., Ferrigno, F., y Guedes, P. (2018). Modalidades de trabajo en equipos interdisciplinarios: formatos, conceptos y dificultades, una mirada desde Uruguay. *ClimaCom Interdisciplinaridade*, 5(13).
- Hicks, D. (1999). The difficulty of achieving full coverage of international social science literature and the bibliometric consequences. *Scientometrics*, 44(2), 193–215. <https://doi.org/10.1007/BF02457380>
- Hicks, D. (2004). The four literatures of social science. En Moed, H. F., Glänzel, W. y Schmoch, U. (Ed.), *Handbook of Quantitative Science and Technology Research* (pp. 473–496). Netherland: Springer. <https://doi.org/10.1007/1-4020-2755-9>
- Hicks, D., Wouters, P., Waltman, L., De Rijcke, S., y Rafols, I. (2015) The Leiden Manifesto for research metrics. *Nature*, 520, 429–431. <https://doi.org/10.1038/520429a>
- Huutoniemi, K., Klein, J. T., Bruun, H., y Hukkinen, J. (2009). Analyzing interdisciplinarity. Typology and indicators. *Research Policy*, 39(1), 79–88. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2009.09.011>
- Jaramillo Salazar, H., Lopera, C., y Albán Conto, C. (2009). Carreras Académicas. Utilización del CV para la modelación de carreras académicas y científicas. *Serie Documentos. Borradores de Investigación*, 96.
- Kelly, J. (1996). Wide and narrow Interdisciplinarity. *The Journal of General Education*, 45(2), 95–113.

- Klein, J. T. (1990). *Interdisciplinarity. History, theory and Practice*. Detroit, EE.UU.: Wayne State University Press. <http://www.jstor.com/stable/27797294>
- Klein, J. T. (1996). *Crossing boundaries. Knowledge, disciplinarity and interdisciplinarity*. Virginia, EE.UU.: University Press of Virginia.
- Klein, J. T. (2005). *Humanities, culture, and interdisciplinarity. The changing American academy*. Albany, EE.UU.: State University of New York Press.
- Klein, J. T. (2011). A taxonomy of interdisciplinarity. En R. Frodeman, J. T. Klein y C. Mitchan (Eds.). *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity* (pp.15-30). Oxford, Inglaterra: Oxford University Press.
- Kreimer, P. (2012). La evaluación de la actividad científica: desde la indagación sociológica a la burocratización. Dilemas actuales. *IX Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología*, Universidad Autónoma de México, México.
- Lattuca, L. (2001). *Creating Interdisciplinarity. Interdisciplinary Research and Teaching among College and University Faculty*. Nashville, EE.UU.: Vanderbilt University Press.
- Ledford, H. (2015). Team Science. *Nature*, 525(17), 308– 31. <https://doi.org/10.1038/525308a>
- Leydesdorff, L., Carley, S., y Rafols, I. (2013). Global maps of science based on the new Web-of-Science categories. *Scientometrics*, 94(2), 589–593. <https://doi.org/10.1007/s11192-012-0784-8>
- Leydesdorff, L., Rafols, I., y Milojevic, S. (2020). Bridging the divide between qualitative and quantitative science studies. *Quantitative Science Studies*, 1(3), 918–926. https://doi.org/10.1162/qss_e_00061
- Leydesdorff, L., Rotolo, D., y Rafols, I. (2012). Bibliometric perspectives on medical innovation using the medical subject Headings of PubMed. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 63(11), 2239–2253. <https://doi.org/10.1002/asi.22715>
- Leydesdorff, L., y Rafols, I. (2009). A global map of science based on the ISI Subject Categories. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(2), 348–362. <https://doi.org/10.1002/asi.20967>
- Leydesdorff, L., y Rafols, I. (2012). Interactive overlays. A new method for generating global journal maps from Web-of-Science data. *Journal of Informetrics*, 6(2), 318–332. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2011.11.003>
- Liu, P., y Xia, H. (2015). Structure and evolution of co-authorship network in an interdisciplinary research field. *Scientometrics*, 103(1), 101–134. <https://doi.org/10.1007/s11192-0141525-y>
- Martin, B. (1996). The use of multiple indicators in the assessment of basic research. *Scientometrics*, 36(3), 343-362. <https://doi.org/10.1007/BF02129599>
- Martin, B., e Irvine, J. (1983). Assessing basic research Some partial indicators of scientific progress in radio astronomy. *Research Policy*, 12(2), 61-90. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(83\)90005-7](https://doi.org/10.1016/0048-7333(83)90005-7)

- Merton, R., y Zuckerman, H. (1971). Pautas institucionalizadas de evaluación en la ciencia. En R. Merton. *La Sociología de la Ciencia 2. Investigaciones teóricas y empíricas*. Madrid, España: Alianza Editorial.
- Molas-Gallart, J., Rafols, I., y Tang, P. (2014). On the Relationship between Interdisciplinarity and Impact. Different modalities of interdisciplinarity lead to different types of impact. *The Journal of Science Policy and Research Management*, 9(2-3), 69-89. https://doi.org/10.20801/jsrpim.29.2_3_69
- Morillo, F., Bordons, M., y Gómez, I. (2003). Interdisciplinarity in science. A tentative typology of disciplines and research areas. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 54(13), 1237–1249. <https://doi.org/10.1002/asi.10326>
- National Academy of Sciences (2005). *Facilitating Interdisciplinary Research. Committee on Facilitating Interdisciplinary Research. Committee on Science, Engineering and Public Policy*. Washington, EE.UU.: The National Academy Press.
- Ni, C., y Sugimoto, C. R. (2013). Academic genealogy as an indicator of interdisciplinarity. A preliminary examination of sociology doctoral dissertations. Trabajo presentado en *iConference* (pp. 929–936). <https://doi.org/10.9776/13482>
- Picco, P., Aguirre-Ligüera, N., Maldini, J., Simón, L., Petrocelli, P., Fontans, E., Fager, J., y Ceretta, M.G. (2014). La comunicación científica en Uruguay: estudio de las publicaciones de los investigadores activos del Sistema Nacional de Investigadores (2009-2010). *Transinformação*, 26(2), 155-165. <https://doi.org/10.1590/0103-37862014000200005>
- Porter A. L., y Chubin, D. E. (1985). An indicator of cross-disciplinary research. *Scientometrics*, 8(3-4), 161–176. <https://doi.org/10.1007/BF02016934>
- Qin, J., Lancaster, F. W., y Allen, B. (1997). Types and levels of collaboration in interdisciplinary research in the sciences. *Journal of the American Society for Information Science*, 48(10), 893–916. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(199710\)48:10<893::AID-ASI5>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4571(199710)48:10<893::AID-ASI5>3.0.CO;2-X)
- Rafols, I., Porter, A. L., y Leydesdorff, L. (2010). Science overlay maps: A new tool for research policy and library management. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 61(9), 1871–1887. <https://doi.org/10.1002/asi.21368>
- Rafols, I. (2021). 'Measuring' interdisciplinarity: from indicators to indicating [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://i2insights.org/2021/02/09/measuring-interdisciplinarity/>
- Repko, A. (2008). *Interdisciplinary research: process and theory*. California, EE.UU.: Sage Publications.
- Repko, A., Newell, W., y Szostak, R. (Eds.) (2011). *Case studies in interdisciplinary research*. California, EE.UU.: Sage Publications.
- Romm, N. (1998). Interdisciplinary Practice as Reflexivity. *Systemic Practice and Action Research*, 11(1), 63-77. <https://doi.org/10.1023/A:1022964905762>

- Schummer, J. (2004). Multidisciplinarity, interdisciplinarity, and patterns of research collaboration in nanoscience and nanotechnology. *Scientometrics*, 59(3), 425–465.
<https://doi.org/10.1023/B:SCIE.0000018542.71314.38>
- Sugimoto, C. R. (2014). Academic genealogy. En B. Cronin, C. R. Sugimoto (Eds.). *Beyond Bibliometrics. Harnessing Multidimensional Indicators of Scholarly Impact* (pp. 365-382). Cambridge, EE.UU.: MIT Press.
- Sugimoto, C. R., Ni, C., Russell, T. G., y Bychowski, B. (2011). Academic Genealogy as an Indicator of Interdisciplinarity. An Examination of Dissertation Networks in Library and Information Science. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(9), 1808–1828.
<https://doi.org/10.1002/Asi.21568>
- Sugimoto, C. R., y Weingart, S. (2015). The kaleidoscope of disciplinarity. *Journal of Documentation*, 71(4), 775–794. <https://doi.org/10.1108/JD-06-2014-0082>
- Verborgh, R., y Wilde, M. D. (2013). *Using OpenRefine. The essential OpenRefine guide that takes you from data analysis and error fixing to linking your dataset to the Web*. Birmingham, Inglaterra: Packt Publishing.
- Vienni-Baptista, B. (2016). Entre instituciones, espacios y redes: ámbitos interdisciplinarios y transdisciplinarios en América. *INTERdisciplina*, 4(10), 9-21.
<https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2016.10.57718>
- Vinkler, P. (1988). An attempt of surveying and classifying bibliometric indicators for scientometric purposes. *Scientometrics*, 13(5-6), 239-259. <https://doi.org/10.1007/BF02019961>
- Wagner, C. S., Roessner, J. D., Bobb, K., Klein, J. T., Boyack, K. W., Keyton, J., Rafols, I., y Börner, K. (2011). Approaches to understanding and measuring interdisciplinary scientific research (IDR). A review of the literature. *Journal of Informetrics*, 5(1), 14-26. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.06.004>
- Wasserman, S., y Faust, K. (1994). *Social network analysis. Methods and applications*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.
- Ziman, J. (2003). *¿Qué es la ciencia?* Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.