

Evaluación del desempeño de cuerpos académicos mediante una base de datos bibliográfica de alto impacto

Evaluation of the performance of academic bodies through a high-impact bibliographic database

Jared D.T. Guerrero-Sosa
Universidad de Castilla-La Mancha. España
JaredDavidtadeo.guerrero@alu.uclm.es

*Víctor Hugo Menéndez-Domínguez
Universidad Autónoma de Yucatán. México
mdoming@correo.uady.mx

Francisco P. Romero
Universidad de Castilla-La Mancha. España
FranciscoP.Romero@uclm.es

*Autor de correspondencia

Recibido: 11/01/2023 Aceptado: 09/05/2023

Palabras clave: Competencias científicas, comunidad de investigadores, cooperación científica, cuerpos académicos, índices.

Keywords: Scientific competences, community of researchers, scientific cooperation, academic bodies, indices.

Resumen

Los cuerpos académicos en México son fundamentales para el avance científico y tecnológico, y su producción científica es una evidencia clave de su contribución. Sin embargo, los registros de estas publicaciones en las bases de datos bibliográficas pueden ser incompletos e inconsistentes. En este estudio se propone una metodología para evaluar la productividad, colaboración, relevancia y densidad de los cuerpos académicos utilizando Scopus, además del análisis del contenido temático. Se aplicó un caso de estudio en una universidad del sureste de México donde los resultados indican que los grupos consolidados tienen una mayor producción, colaboraciones externas y alto impacto, los líderes suelen participar en al menos la mitad de la producción de sus grupos, y los grupos se fragmentan para publicar. Aunque se identificó una limitación en la disponibilidad de datos para algunos cuerpos académicos, se recomienda incluir nuevas fuentes de información en futuras investigaciones.



Abstract

Academic bodies in Mexico play a crucial role in scientific and technological advancements, and their scientific production serves as vital evidence of their contribution. However, the records of these publications in bibliographic databases can be incomplete and inconsistent. This study proposes a methodology to evaluate the productivity, collaboration, relevance, and density of academic bodies using Scopus, along with thematic content analysis. A case study was conducted in a university in southeastern Mexico, where the findings indicate that consolidated groups exhibit higher production, external collaborations, and significant impact. It was observed that leaders often participate in at least half of their group's production, and groups tend to fragment for publishing purposes. Although a limitation was identified regarding the availability of data for some academic bodies, incorporating new sources of information is recommended for future research.

Introducción

La colaboración científica es esencial en la investigación actual porque permite aprovechar las habilidades de varios investigadores (González y Gómez, 2014; Scarazzati y Wang, 2019) y abordar temas de manera multidisciplinaria (Gómez y González, 2018). Además, tiene beneficios personales para los investigadores, como el estímulo y la mayor exposición en la comunidad científica (Beaver, 2001). Las colaboraciones pueden ser jerárquicas o entre colegas (Kyvik y Reymert, 2017) y se pueden clasificar en tres niveles: institucional, nacional e internacional (Guerrero *et.al.*, 2013). Las bases de datos bibliográficas, como Scopus y Web of Science, son herramientas útiles para evaluar la productividad y el impacto de los investigadores y grupos de colaboración. Cada registro es descrito por una serie de metadatos, pero es probable que tengan inconsistencias en sus valores, obstruyendo la evaluación adecuada de individuos y grupos.

En México, los grupos de investigadores pueden solicitar la evaluación de su trabajo conjunto y obtener el reconocimiento del cuerpo académico por parte de la Secretaría de Educación Pública a través del Programa para el Desarrollo Profesional Docente para el Tipo Superior (PRODEP). Los niveles de consolidación de los cuerpos académicos se clasifican en tres y sus características específicas dependen del tipo de institución de educación superior a la que pertenecen (SEP, 2022b). Las cualidades que se presentan a continuación corresponden a las universidades estatales y afines debido a que el caso de estudio se aplica a grupos de una universidad de dicha característica.



- ◇ Cuerpo académico consolidado. Es el mayor nivel de consolidación que puede alcanzar un cuerpo académico, donde la mayoría de sus integrantes son doctores expertos en la formación de recursos humanos, altamente comprometidos con su institución, demostrada a través de la colaboración científica y participación en seminarios, congresos y redes de intercambio académico (SEP, 2022b).
- ◇ Cuerpo académico en consolidación. Es el nivel intermedio de consolidación, donde más de la mitad de sus integrantes son doctores expertos en formación de recursos humanos y con productos académicos de alto impacto en sus líneas de investigación, incluso con otros cuerpos académicos (SEP, 2022b).
- ◇ Cuerpo académico en formación. Son los grupos que se encuentran en una etapa temprana donde los integrantes tienen establecidas las líneas de generación/aplicación del conocimiento en las que participarán, así como los cuerpos académicos e instituciones afines al que proponen y de alto nivel para establecer contacto (SEP, 2022b).

Los integrantes pueden variar y se considera una publicación de un cuerpo académico toda aquella cuya autoría pertenezca por lo menos a dos miembros actuales. En cuanto al estudio del análisis de la producción de cuerpos académicos se han realizado algunos trabajos. Se ha propuesto una serie de indicadores para la relevancia de investigadores a nivel grupal (considerando los cuerpos académicos) e individual usando diversas bases de datos bibliográficas. También se estudiaron tres cuerpos académicos a partir de la teoría de grafos, considerando a los integrantes de dichos grupos y excluyendo a los colaboradores con el objetivo de analizar el comportamiento de la colaboración grupal.

Partiendo de lo antes mencionado, se ha planteado la siguiente pregunta de investigación: ¿Es posible valorar la relevancia de un cuerpo académico a través de su producción científica registrada en una base de datos bibliográfica y de sus metadatos, aun cuando existan inconsistencias?

Para validar la propuesta, se ha definido una serie de preguntas de investigación aplicables para el caso de estudio a presentar:

- ◇ ¿Cuál es la productividad promedio de los cuerpos académicos de la institución, tanto en términos de número de publicaciones como de citas recibidas?
- ◇ ¿Cuál es el grado de colaboración de los cuerpos académicos de la institución y cómo se relaciona esto con su impacto científico?
- ◇ ¿Cuáles son los temas más frecuentes abordados por estos cuerpos académicos y cómo se distribuye su producción científica entre estos temas?



- ◊ ¿Cómo se compara la producción y colaboración de los cuerpos académicos consolidados, en consolidación y en formación?
- ◊ ¿Qué porcentaje de la producción científica de los grupos de la institución está liderado por sus integrantes más destacados?

El objetivo del trabajo es proponer una metodología para el cálculo de indicadores para la producción indizada por Scopus de los cuerpos académicos, valorando la productividad, la colaboración, la relevancia y la participación de sus integrantes, además de la identificación de los temas más frecuentes por dependencia, considerando que las bases de datos bibliográficas pueden incluir inconsistencias en los valores de sus registros. En la siguiente sección se exponen algunos trabajos relacionados; en la sección 3 se describe a detalle la metodología. Posteriormente, se comprueba con el caso de estudio de la Universidad Autónoma de Yucatán. Finalmente, se discuten los resultados obtenidos y se presentan las conclusiones y el trabajo a futuro.

2. Trabajos relacionados

El uso de los indicadores bibliométricos se ha enfocado principalmente en la evaluación individual de los investigadores. A continuación, se describen algunos trabajos enfocados en la evaluación de grupos de investigación propuestos en contextos similares al que se expone en este trabajo.

Se ha propuesto una serie de indicadores de producción, circulación y colaboración de grupos de investigadores de Colombia, siendo el caso de estudio el área de Biología de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, donde se identificaron la existencia de un alto índice de autores ocasionales y la constante colaboración con países cercanos a Colombia (Rodríguez *et.al.*, 2017).

Desde la perspectiva de la investigación española, un estudio (García, 2013) analizó la producción de 76 grupos de investigación de la Universidad Politécnica de Valencia usando análisis basado en red, cuyo estudio concluye, entre otros aspectos, que la presencia de elementos centrales en los grupos de investigación beneficia en producción y en organización, y el análisis de un grupo de investigación debe abarcar los aspectos internos y externos por la importancia en la productividad.

Otro estudio (Sandoval *et.al.*, 2019), específicamente sobre los cuerpos académicos, propone indicadores para evaluar la calidad y la cantidad de la producción, considerando el conteo de artículos, el índice *b* de cada integrante, el campo de estudio, las colaboraciones y la relevancia de las revistas por medio de indicadores de Scopus. Los autores evaluaron la producción entre el 2000 y el 2016 generada por los cuerpos académicos del campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán.



3. Metodología

Partiendo de la metodología de la minería de datos para aplicaciones e-learning (Prieto *et.al.*, 2011), se proponen tres fases para la extracción de los datos y el cálculo de los indicadores para la evaluación de los cuerpos académicos: la recolección de los datos, el procesamiento de datos y la validación de los resultados.

3.1. Recolección de datos

Como se plantea analizar la producción indizada por Scopus hay que tomar en cuenta que dicha base de datos bibliográfica clasifica sus registros en afiliaciones, autores y publicaciones, las cuales pueden recuperarse desde diferentes APIs (Elsevier, 2022) y cada registro tiene un identificador. Por lo tanto, se propone tener una base de datos orientada a documentos (por la estructura en que Scopus retorna los resultados, pues algunos campos tienen sus valores con el tipo de dato de lista y una base de datos orientada a documentos que facilitan su almacenamiento) con los campos de la Tabla 1.

• **Tabla 1.** Campos para las colecciones en la base de datos

Colección	Campos
Cuerpos académicos	Nombre, integrantes, líder del grupo, dependencia y grado de consolidación
Profesores	Nombre, apellidos, cuerpo académico, identificadores de Scopus
Institución	Nombre e identificadores de Scopus
Publicaciones	Identificador de Scopus, título de la publicación, fecha de publicación, citas recibidas, título del origen, identificadores del origen (ISSN, ISBN), autores y afiliaciones, palabras clave, áreas de conocimiento, editorial y el indicador SCImago Journal Rank (si el origen tiene ISSN)

3.1.1 Recuperación de los cuerpos académicos y profesores

La información de los cuerpos académicos reconocidos por el PRODEP es pública y disponible a través de su propio buscador (SEP, 2022a) en el cual únicamente se ingresa el nombre de la institución en cuestión. Cada resultado debe ser registrado en la base de datos.

3.1.2 Recuperación de los identificadores de afiliación de la institución

Uno de los criterios más importantes para la búsqueda eficiente en Scopus de la producción de un autor es la institución a la que éste pertenece. Como se mencionó anteriormente, una institución tiene un identificador de afiliación. Sin embargo, es



habitual encontrar en Scopus múltiples registros de afiliación de la misma institución debido a las diferentes nomenclaturas utilizadas por los autores al momento de publicar un trabajo (Selivanova *et.al.*, 2019). La unificación de los diversos perfiles se logra consultando a Scopus a través de la API Affiliation Search. El metadato dc:identifier contiene el identificador de afiliación de Scopus. Cada resultado correcto debe registrarse en la base de datos de la institución.

3.1.3 Recuperación de los identificadores de autor de los integrantes

Así como en las afiliaciones, en los registros de autor de Scopus existe la multiplicidad y se han detectado casos de investigadores que cuentan con un perfil principal con la mayor parte de su producción y algunos adicionales (Aman, 2018). Para unificar los diversos perfiles, por cada miembro de un cuerpo académico se consulta a través de la API Author Search usando como parámetros el nombre, los apellidos y todos los identificadores de afiliación de la institución. El metadato dc:identifier de cada resultado contiene el identificador de autor asignado por Scopus. El registro de cada profesor se actualizará con sus identificadores de autor recuperados.

3.1.4 Recuperación de la producción indizada por Scopus

Por cada integrante de un cuerpo académico se recupera el listado de su producción a través de la API Scopus Search utilizando como parámetros los identificadores de afiliación y de autor. Cada registro del listado incluye los campos del identificador de Scopus (valor del metadato dc:identifier), título, fecha de publicación, citas recibidas, nombre de la publicación de origen y sus identificadores, los cuales se registran en la base de datos. Para recuperar los metadatos asociados con los autores y sus afiliaciones (compuesto por el identificador de afiliación y el país de la institución), las palabras clave, las áreas de conocimiento y la editorial se consulta la API Abstract Retrieval empleando como parámetro el identificador de publicación.

En la fase de procesamiento de datos se requiere medir la relevancia de las publicaciones tanto periódicas como no periódicas utilizando como año de evaluación el previo a la publicación. Para las del primer caso, Scopus presenta el indicador SCImago Journal Rank (SJR), cuyo valor representa las citas ponderadas que ha recibido una publicación periódica (como una revista) en un año determinado, considerando inicialmente los tres años anteriores (González, Guerrero y Moya, 2010). Dicho indicador mide el impacto de la publicación en la comunidad científica. El valor del indicador por publicación se recupera por la API Serial Title, usando como parámetros el número internacional normalizado de publicaciones seriadas (ISSN, por sus siglas en inglés) y el año de evaluación.



En el caso de cada publicación no periódica como libros y algunos trabajos de congresos, se recupera por medio de la API Scopus Search el número de publicaciones no periódicas de la editorial de las mismas áreas de conocimiento en los tres años previos a la evaluación y las citas que éstas han recibido en el año de evaluación.

3.2. Procesamiento de datos

Una vez recuperados y almacenados los datos descritos previamente, éstos deben ser procesados con la finalidad de obtener los valores de los indicadores propuestos. A continuación, se presentan los indicadores grupales.

3.2.1 Producción de un cuerpo académico

Una publicación pertenece a un cuerpo académico si por lo menos dos integrantes están listados en la autoría. A partir de esta idea, se identifican todas las parejas de integrantes y se identifica cada publicación donde figure al menos una pareja. Cada publicación que pertenece al cuerpo académico será considerada para el cálculo de los indicadores mientras que las demás son depuradas.

3.2.2 Identificación de colaboraciones

Todo autor que no pertenece al cuerpo académico representa una colaboración, y los metadatos de afiliación permiten obtener dos indicadores:

- ◊ Número de colaboraciones de un cuerpo académico: es la sumatoria de todas las colaboraciones de todas las publicaciones generadas por el cuerpo académico.
- ◊ Intensidad de la colaboración: es la cantidad de publicaciones de un elemento externo como una institución, una ciudad o un país con al menos un cuerpo académico de la institución en cuestión.

3.2.3 Relevancia

El índice de citación de un cuerpo académico indica la cantidad de veces que sus publicaciones han sido citadas en otras y puede adaptarse a cualquier ventana de tiempo. Dicho indicador permite el cálculo del impacto de la investigación (IdI), el cual mide la calidad de cada publicación, tomando en cuenta el impacto y visibilidad con base en el índice de citación (Sharma, 2012). Sin embargo, es necesario considerar la posibilidad de que los cuerpos académicos publican trabajos no periódicos, por lo que se propone un indicador similar al SJR para este tipo de publicaciones y contemplando la misma ventana de tiempo, denominado IISBN, presentado en la Ecuación (1):

$$IISBN = \frac{A}{B} \quad (1)$$



donde A es el total de citas que han recibido en un año las publicaciones no periódicas de los tres años anteriores de una editorial y correspondientes a áreas de conocimiento específicas y B es el total de publicaciones no periódicas de una editorial presentadas en los tres años anteriores pertenecientes a áreas de conocimiento específicas.

A partir de SJR e IISBN, se calcula el impacto de la publicación (IdP), como se muestra en la Ecuación (2):

$$\text{IdP} = \begin{cases} \text{SJR} * (1+c) & \text{si es una publicación periódica} \\ \text{IISBN} * (1+c) & \text{si no es una publicación periódica} \end{cases} \quad (2)$$

donde c es el total de citas recibidas por la publicación. Finalmente, el impacto de la investigación (IdI) de un cuerpo académico se calcula con la fórmula presentada en la Ecuación (3):

$$\text{IdI} = \sum_{i=1}^n \text{IdP}_i \quad (3)$$

donde n es el total de publicaciones del cuerpo académico.

3.2.4 Densidad del grafo

Un grafo es una representación matemática abstracta compuesta de un conjunto de elementos (vértices) y de un conjunto de relaciones entre los vértices (aristas) (Sallán *et.al.*, 2002). La colaboración entre los integrantes en una publicación puede representarse por medio de un grafo. La densidad del grafo en una publicación permite conocer la proporción de las relaciones entre los integrantes sobre la cantidad máxima de posibles relaciones (García, 2013).

3.2.5 Indicadores individuales

Se describen dos indicadores que evalúan la participación de cada integrante en su grupo.

- ◊ Grado de aparición: este indicador presenta el porcentaje de publicaciones en las que un integrante participó con su cuerpo académico.
- ◊ Peso por colaboración: este indicador presenta, conforme con la posición del integrante del cuerpo académico en la lista de autoría, la importancia de su aportación. Es un valor entre 0 y 100. Sin embargo, esta regla no aplica si el integrante es el autor de correspondencia pues se le asigna el valor máximo. Se calcula por medio de la Ecuación (4).

$$\text{PPC} = \begin{cases} 100 & \text{si es autor de correspondencia} \\ (2 * 2^{-n}) * 100 & \text{si no es autor de correspondencia} \end{cases} \quad (4)$$

donde n es la posición del autor en la lista de autoría. Este indicador vale 100 para el primer autor y para el de correspondencia, 50 para el segundo autor, 25 para el tercer autor y así sucesivamente.



3.2.6 Identificación de temáticas

Por otra parte, la teoría de grafos resulta favorable para estudiar el dominio científico a nivel conceptual y temático de estos grupos a través de las palabras clave (Gálvez, 2018), donde cada una es representada por un vértice y su aparición en conjunto con otra palabra clave (coocurrencia) es representada por una arista cuyo peso indica en cuántas publicaciones aparece la coocurrencia.

3.3. Análisis de los resultados

Los indicadores propuestos facilitan el análisis de la identificación de las características de los cuerpos académicos de acuerdo con el grado de consolidación. A continuación, se enlistan algunas características de la propuesta para la realización de esta tarea:

- ◊ La constancia en la productividad demuestra cómo es el compromiso del cuerpo académico con la institución para la generación de nuevos conocimientos.
- ◊ El índice de citación y el impacto de la investigación señalan cómo dichos trabajos han beneficiado en la comunidad científica, además del prestigio de las revistas o editoriales en las que los grupos tienden a publicar.
- ◊ La existencia de las colaboraciones determina cómo es la relación de los cuerpos académicos con instituciones externas.
- ◊ La densidad señala si todos los miembros se involucran en las publicaciones.
- ◊ Los indicadores de la participación aplicados en los líderes determinan si éstos son la figura central de sus grupos.
- ◊ En el caso de la identificación de las temáticas, las palabras con mayor ocurrencia representan las temáticas habituales, mismas que conceptualmente podrían tener estrecha relación con su dependencia y líneas de investigación.

4. Resultados

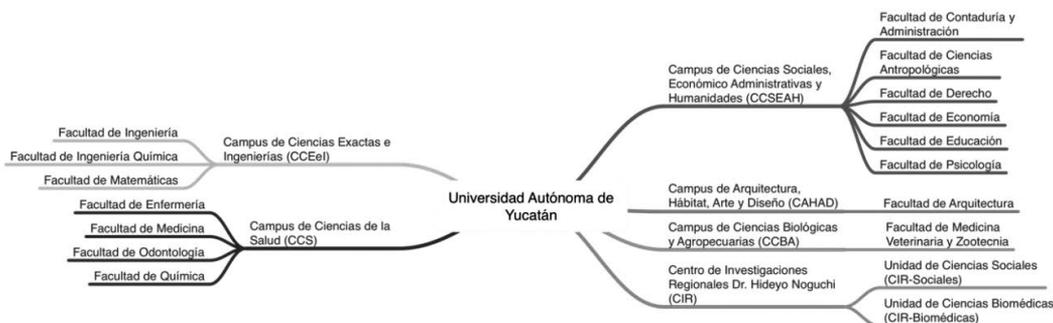
Con el propósito de validar la propuesta se presenta el caso de estudio de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), la institución educativa más importante en el sureste de México, misma que cuenta con 15 facultades distribuidas en cinco campus y un centro de investigación con dos unidades, como se presenta en la Figura 1.

Se hizo una consulta al buscador de cuerpos académicos utilizando como criterio de búsqueda la Universidad Autónoma de Yucatán y se recuperaron los 80 cuerpos académicos de la UADY reconocidos por la SEP en el 2019, integrados por 378 profesores de tiempo completo. A partir de la información de los 80 grupos se crearon dos *scripts* en Python: el primero se encarga de recopilar los metadatos de Scopus, mientras que el



segundo los procesa y calcula los indicadores. Todo se almacenó en una base de datos orientada a documentos MongoDB con colecciones para la institución, los cuerpos académicos, los integrantes y las publicaciones científicas. Cabe resaltar que la institución evaluada cuenta con 22 identificadores de afiliación en Scopus, mientras que, de los 378 profesores identificados, 280 tienen producción indizada en Scopus y cuentan en promedio con dos identificadores de autor en Scopus. Como las evaluaciones de los cuerpos académicos son periódicas, generalmente cada 3 años, se analizó el estado y la producción indizada por Scopus publicada entre el 2017 y el 2019.

• **Figura 1.** Dependencias de la Universidad Autónoma de Yucatán



4.1. Descripción de los cuerpos académicos

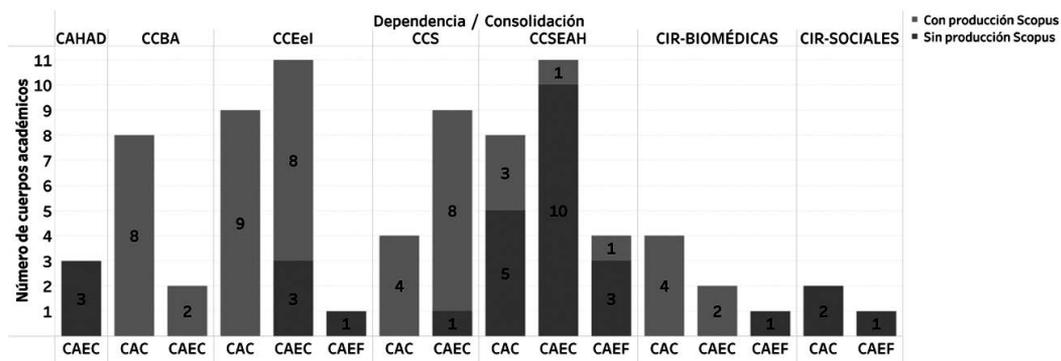
De los 80 cuerpos académicos, 7 están en formación (CAEF), 38 en consolidación (CAEC) y 35 son consolidados (CAC). Los grupos están compuestos por 378 profesores de tiempo completo, de los cuales 242 son hombres y 136 son mujeres. Se detectaron tres grados de máxima habilitación académica en los integrantes: doctorado (273 profesores), maestría (99 profesores) y especialidad (6 profesores).

4.2. Producción científica

De los 80 cuerpos académicos, 50 publicaron por lo menos un trabajo de investigación indizado por Scopus entre el 2017 y el 2019. En la Figura 2 se distinguen por dependencia y por grado de consolidación cuántos cuerpos académicos generaron publicaciones y cuántos no. Se observa que el campus de Ciencias Sociales, Económico Administrativas y Humanidades y el centro de investigación en el área de Ciencias Sociales no cuentan con producción indizada por Scopus.

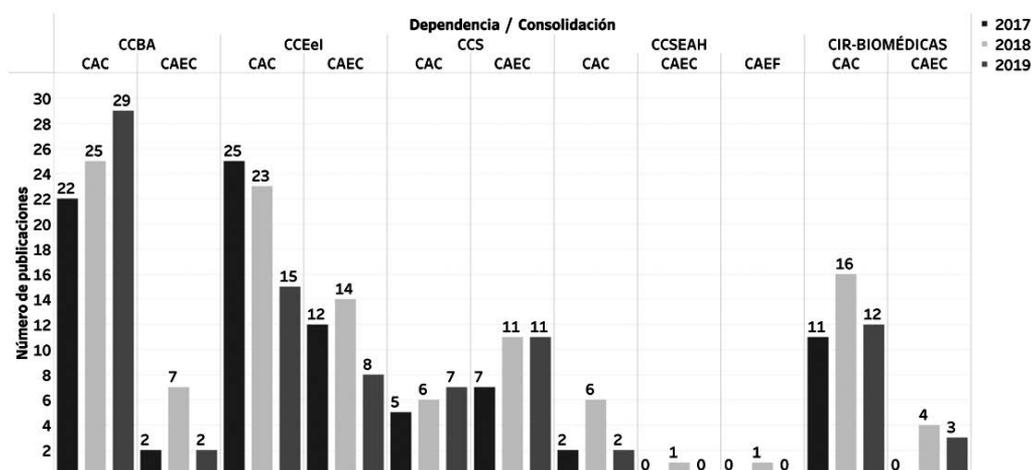


Figura 2. Número de cuerpos académicos con y sin producción (2017-2019)



Entre los 50 cuerpos académicos generaron 251 artículos de revista, 5 capítulos de libro, una carta al editor, 8 artículos de conferencia, una editorial, un libro y 7 revisiones, dando un total de 274 publicaciones. En la Figura 3 se detalla el historial de publicaciones por dependencia y por grado de consolidación.

• **Figura 3.** Número de publicaciones generadas por año por los grupos de la UADY



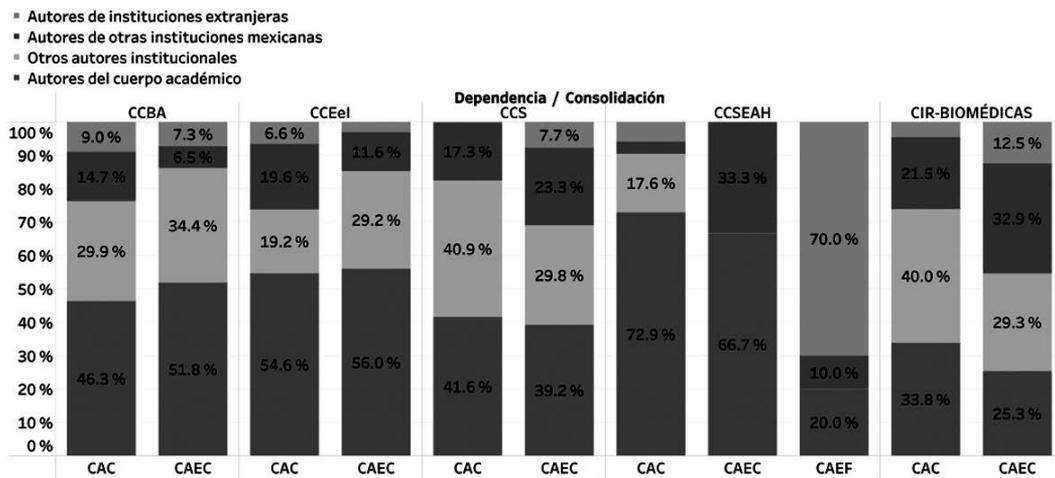
En cada dependencia, los cuerpos académicos pertenecientes al grado de consolidación con la mayor cantidad de grupos con producción generaron en conjunto la mayor cantidad de publicaciones. La dependencia que generó la mayor cantidad de publicaciones es el campus de Ciencias Exactas e Ingenierías, que es también la que tiene la mayoría de los cuerpos académicos con producción.



4.3. Identificación de colaboraciones

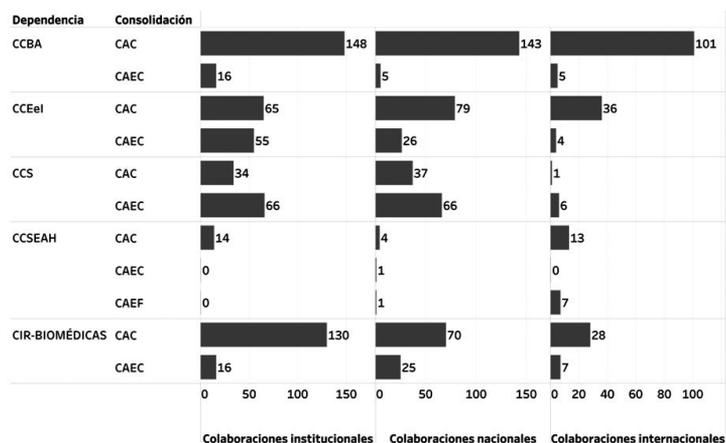
En la Figura 4 se muestra por dependencia y por grado de consolidación el porcentaje promedio de los autores pertenecientes al cuerpo académico en las publicaciones, así como de aquellos que representan una colaboración.

• **Figura 4.** Porcentaje promedio de los autores de las publicaciones según su afiliación



En la Figura 5 se exponen las colaboraciones acumuladas por dependencia y por grado de consolidación.

• **Figura 5.** Número de colaboraciones acumuladas por los cuerpos académicos



En relación con las colaboraciones nacionales, se identificaron 122 instituciones mexicanas que trabajaron por lo menos con un cuerpo académico. En la Tabla 2 se presentan las dependencias y las instituciones con mayor intensidad de la colaboración.

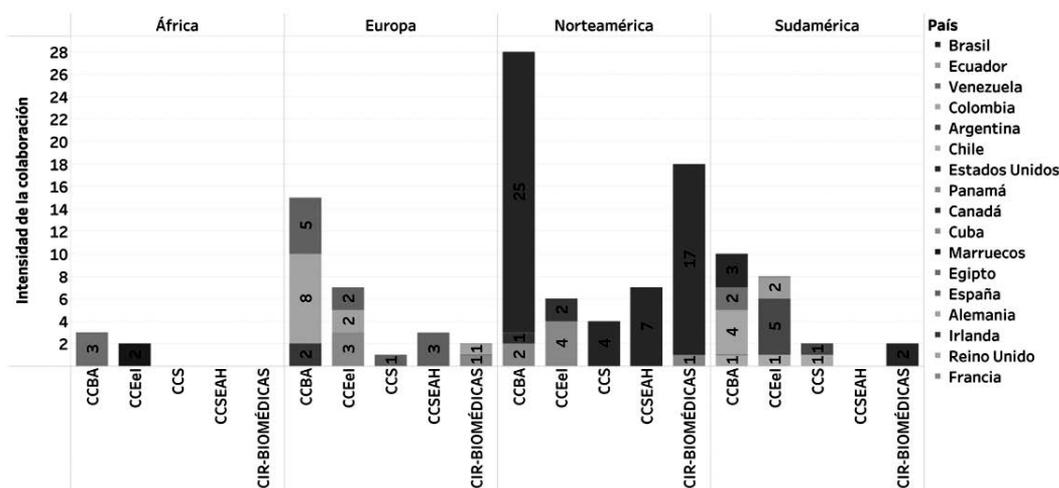


• **Tabla 2.** Instituciones mexicanas con mayor intensidad de la colaboración

Dependencia	Institución	Intensidad de la colaboración
CCBA	El Colegio de la Frontera Sur (Tapachula)	10
CCEel	CINVESTAV Unidad Mérida	14
CCS	Universidad Autónoma de la Ciudad de México Universidad Autónoma de San Luis Potosí	6
CCSEAH	Centro Avanzado de Microscopía Endodóntica CINVESTAV Unidad Mérida Inedit Ecoinnovación e Investigación Ambiental	1
CIR-Biomédicas	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	5

También se identificaron 90 instituciones extranjeras colaboradoras con los cuerpos académicos distribuidos en 17 países. En la Figura 6 se muestra la distribución de la intensidad de la colaboración por continente y país, y se observa que Estados Unidos es el país con el valor mayor en dicho indicador.

• **Figura 6.** Intensidad de la colaboración de cada país con los cuerpos académicos

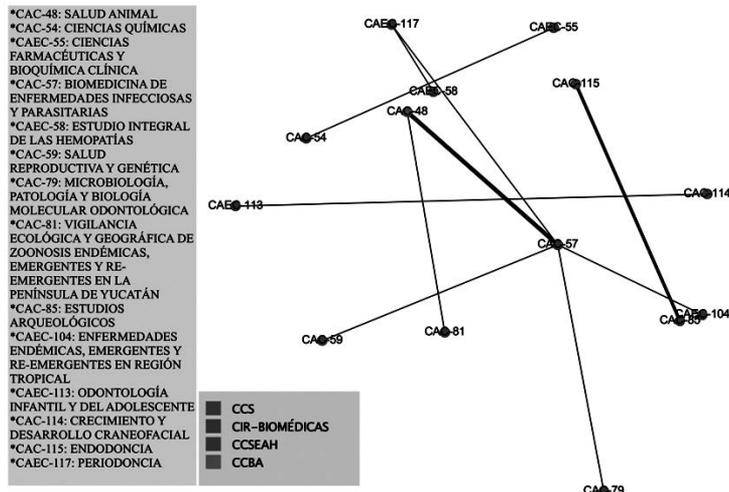


Por otra parte, en la fase de procesamiento se detectó que algunas publicaciones pertenecen a más de un cuerpo académico. Se identificaron colaboraciones entre 14 cuerpos académicos distribuidas en 15 publicaciones. De los grupos colaboradores, 9 son consolidados y 5 están en consolidación. En la Figura 7 se muestran las colaboraciones entre cuerpos académicos, donde el grosor de cada arista depende del número de colaboraciones entre los grupos en cuestión. El CAC-48 y el CAC-57 cuentan con



4 publicaciones en conjunto, el CAC-115 y el CAC-85 cuentan con 3 publicaciones en conjunto mientras que las otras 8 colaboraciones consisten en una publicación cada una.

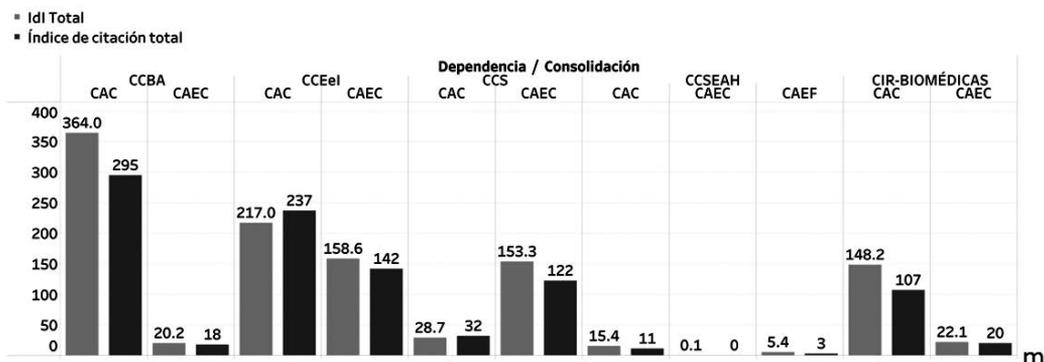
• **Figura 7.** Colaboración entre cuerpos académicos



4.4 Relevancia

De los 50 cuerpos académicos analizados, 42 recibieron —por lo menos— una cita a su trabajo publicado, de los cuales 25 son grupos consolidados, 16 están en consolidación y uno se encuentra en formación. En la Figura 8 se presenta por dependencia y por grado de consolidación el impacto de la investigación total (IdI total) y el índice de citación total de sus respectivos cuerpos académicos. Únicamente los grupos consolidados de los campus de Ciencias Exactas e Ingenierías y de Ciencias de la Salud presentaron un impacto de la investigación más bajo que su índice de citación.

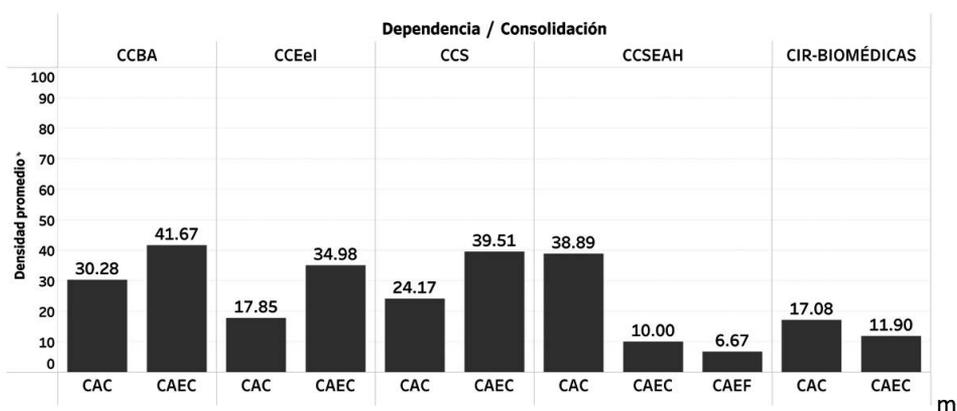
• **Figura 8.** Impacto de la investigación e índice de citación de los cuerpos académicos



4.5 Densidad del grafo

En la Figura 9 se presenta por dependencia y por grado de consolidación la densidad promedio de los cuerpos académicos, de acuerdo con su producción. Los grupos consolidados de los campus de Ciencias Exactas e Ingenierías y de Ciencias Biológicas y Agropecuarias obtuvieron los promedios de densidad más bajos en sus dependencias, mientras que los grupos en consolidación del campus de Ciencias de la Salud y los grupos consolidados del CIR-Biomédicas y del campus de Ciencias Sociales, Económico Administrativas y Humanidades obtuvieron los promedios de densidad más altos.

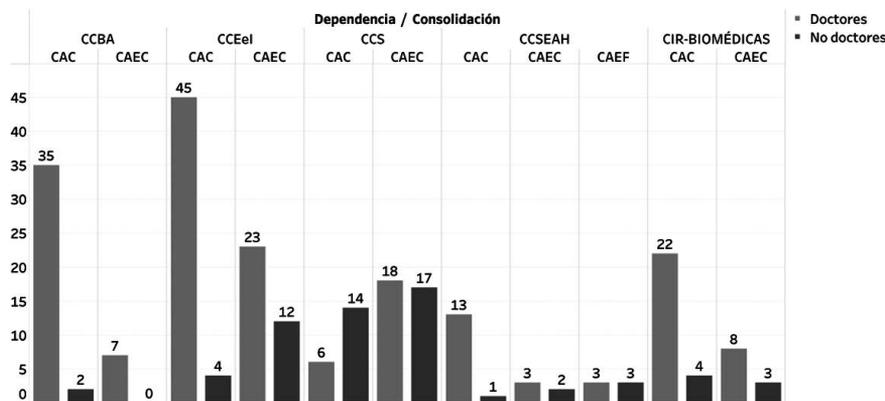
• **Figura 9.** Densidad promedio de los cuerpos académicos



4.6 Grado de aparición

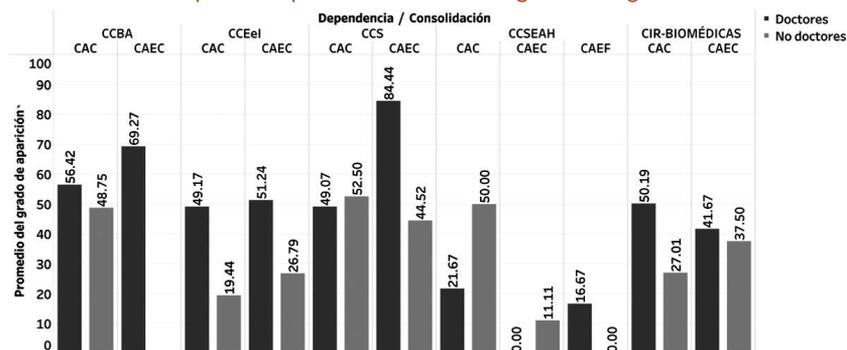
La Figura 10 muestra por dependencia y por grado de consolidación los integrantes que pertenecen a un cuerpo académico con producción en Scopus entre el 2017 y el 2019, y clasificados en doctores y no doctores.

• **Figura 10.** Número de integrantes de cuerpos académicos con productividad científica



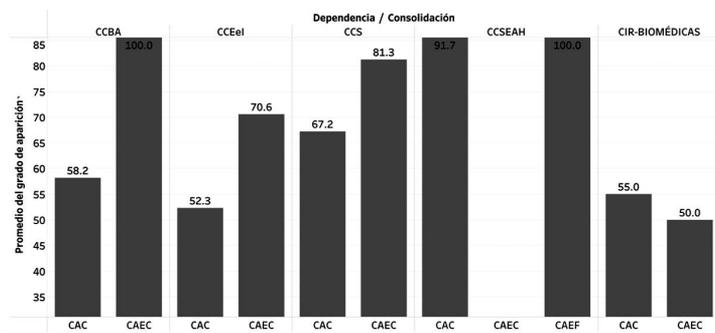
En la Figura 11 se presenta por dependencia y por grado de consolidación el promedio del grado de aparición de los integrantes de los cuerpos académicos, según su habilitación académica. Se observa que los grupos consolidados y en consolidación del campus de Ciencias Sociales, Económico Administrativas y Humanidades, a pesar de que en ambos casos la mayoría de sus integrantes cuentan con doctorado, las personas que no tienen esta habilitación académica tienen en promedio un grado de aparición mayor. Además, en la publicación del grupo en formación del campus antes mencionado sólo participaron doctores. En el caso de los grupos consolidados de los campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias y de Ciencias Exactas e Ingenierías y del CIR-Biomédicas, y de los grupos en consolidación de los campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Ciencias Exactas e Ingenierías y Ciencias de la Salud y del CIR-Biomédicas, la mayoría de los integrantes son doctores y en promedio tienen un grado de aparición mayor mientras que en los grupos consolidados del campus de Ciencias de la Salud la mayoría no tienen el grado de doctorado y en promedio tienen un grado de aparición mayor.

• **Figura 11.** Grado de aparición promedio de los integrantes según la habilitación académica



Con la finalidad de conocer la participación de los líderes de los cuerpos académicos, se calculó el grado de aparición de dichos integrantes. En la Figura 12 se presenta por dependencia y por grado de consolidación el promedio del grado de aparición de los líderes.

• **Figura 12.** Grado de aparición promedio de los líderes de los cuerpos académicos

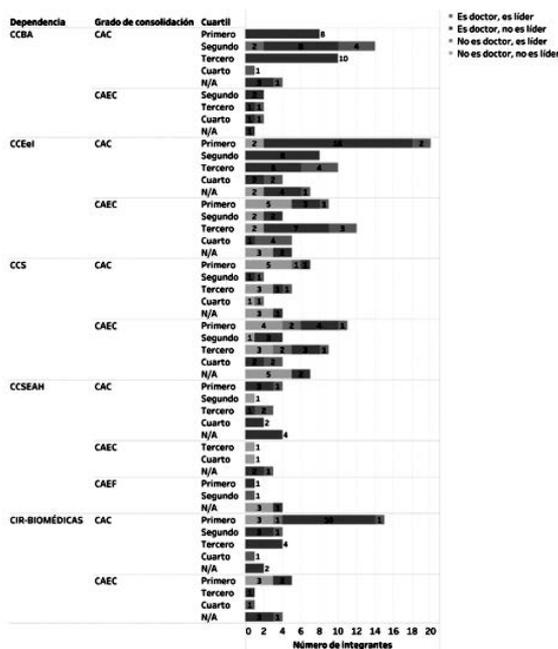


Los grupos que generaron la mayor parte de la producción de su dependencia y cuyo promedio del grado de aparición de sus líderes fueron los más altos son los cuerpos académicos en consolidación del campus de Ciencias de la Salud y los cuerpos académicos consolidados del CIR-Biomédicas. En el caso del grupo en formación, el líder participó en la publicación correspondiente a su grupo.

4.7 Peso por colaboración

Con la finalidad de caracterizar los valores del peso por colaboración de los integrantes, se establecieron cuatro cuartiles: primer cuartil: mayor que 0 y menor o igual a 12.5, segundo cuartil: mayor que 12.5 y menor o igual a 25, tercer cuartil: mayor que 25 y menor o igual a 50 y cuarto cuartil: mayor que 50 y menor o igual a 100. En la Figura 13 se expone por habilitación académica cuántos integrantes pertenecen a cada cuartil. De los profesores pertenecientes a cuerpos académicos con producción 80 pertenecen al primer cuartil (32.65 %), 40 al segundo (16.32 %), 57 al tercero (23.26 %), 23 al cuarto (9.38 %) y 45 (18.36 %) no colaboraron con su respectivo grupo. En lo que respecta a los líderes, 10 se encuentran en el primer cuartil, 9 en el segundo, 14 en el tercero, 13 en el cuarto y 4 no publicaron con su cuerpo académico.

• **Figura 13.** Distribución de los cuartiles del peso por colaboración de los integrantes



4.8 Temáticas

Se detectaron las palabras clave de las publicaciones por dependencia. En la Tabla 3 se presenta por dependencia el total de palabras clave utilizadas, el total de coocurrencias y las palabras clave con los tres valores más altos de ocurrencia. Cabe mencionar que en el caso de las palabras clave de las publicaciones del campus de Ciencias Sociales, Económico Administrativas y Humanidades sólo una palabra clave tiene tres ocurrencias, mientras que las demás tienen una sola ocurrencia.

• **Tabla 3.** Descripción de las temáticas de los cuerpos académicos

Dependencia	Total, palabras clave	Total, co-ocurrencias	Palabras clave con mayor ocurrencia (número de ocurrencias)
CCBA	334	914	México: 9, Metano: 7 y Yucatán: 6.
CCEel	344	766	Hidrolizados de proteínas: 6, Energía solar: 5 y Pirodextrinización: 4.
CCS	138	342	Trichomonas Vaginalis: 5; Antiinflamatorio, dft: 3 y Antinociceptivo, estructura de cristal, expresión genética: 2.
CCSEAH	50	116	Yucatán: 3.
CIR-Biomédicas	144	526	México: 8 y Yucatán: 6, Cultivo de células, cáncer cervical, enfermedad de chagas, infección congénita, depresión: 2.

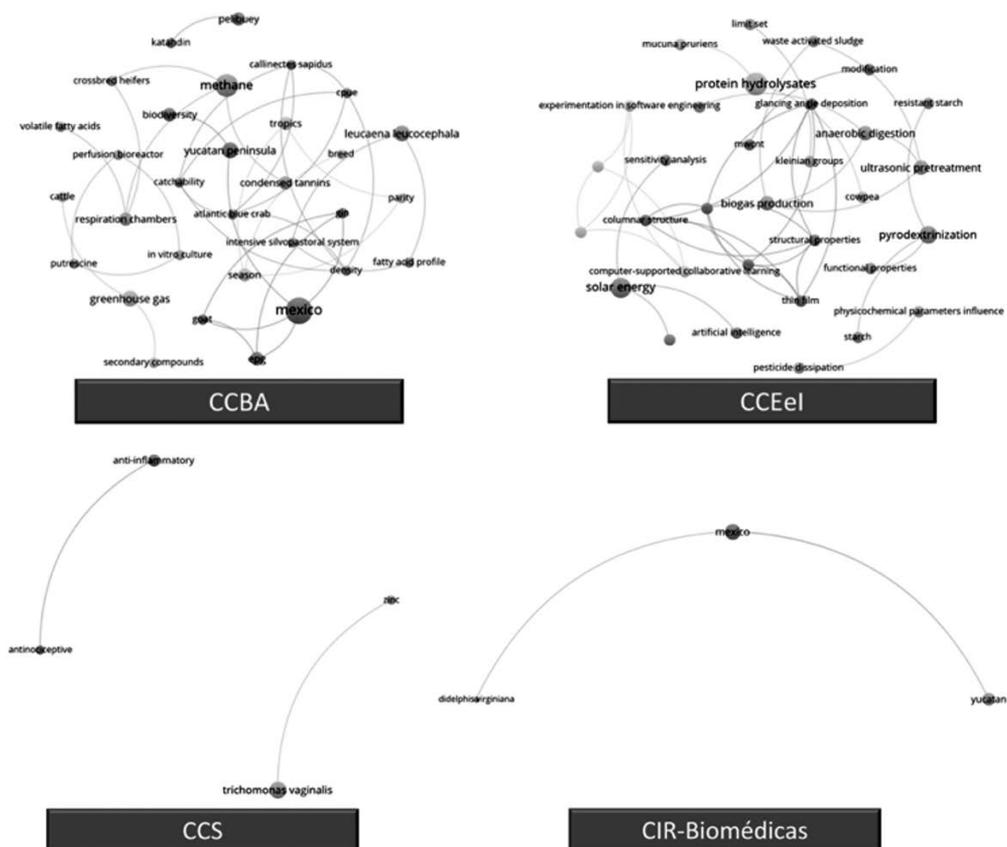
En todas las dependencias el peso promedio de las coocurrencias es 1. En la Figura 14 se presentan aquellas cuyos valores son superiores al promedio. En el caso del campus de Ciencias Sociales, Económico Administrativas y Humanidades no se encontraron coocurrencias relevantes.

5. Discusión

La productividad científica de un grupo de investigación puede depender de su tamaño, los niveles académicos de sus integrantes y su experiencia investigadora. La metodología propuesta evalúa la productividad, la colaboración, la relevancia y la densidad de un grupo de investigación, así como la participación de cada integrante y las temáticas que abordan, utilizando una base de datos bibliográfica de alto impacto y teniendo en cuenta las posibles inconsistencias en los registros. En México, los cuerpos académicos tienen un grado de consolidación otorgado por el gobierno a través de la Secretaría de Educación Pública. Como caso de estudio, se analizó la producción de los cuerpos académicos de la Universidad Autónoma de Yucatán y se encontró que estos grupos producen publicaciones de alto impacto en colaboración con otras instituciones y la mayoría de sus integrantes participan en la investigación científica. De forma particular, los hallazgos relevantes sobre los cuerpos académicos estudiados se describen a continuación:



•Figura 14. Grafo de coocurrencias más relevantes por dependencia



- ◇ Pese a que la mayoría de estos grupos se encuentran en consolidación, fueron los consolidados quienes generaron mayor producción en el periodo estudiado, mismo que en general representa aportación a la comunidad científica, pues el 86.2 % de estos grupos recibieron citas por otros autores, lo cual confirma la consistencia entre el grado de consolidación asignado y el impacto a través de sus publicaciones.
- ◇ A excepción del único cuerpo académico en formación, la producción ha sido generalmente liderada por profesores de la UADY. Sin embargo, hay que resaltar que las publicaciones donde participan los integrantes de los cuerpos académicos del CIR-Biomédicas cuentan con mayor participación de profesores de la misma institución pero no pertenecen a un cuerpo académico, por lo que se infiere que su aportación, más que dirigir la investigación, complementa el trabajo dirigido por personas externas.
- ◇ Considerando los grupos en consolidación, a pesar de que los del campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias tienen la



menor cantidad de grupos productivos y de integrantes con participación, fueron los que generaron el promedio más alto de publicaciones en dicho grado de consolidación pues entre dos grupos publicaron aproximadamente 5.5 publicaciones cada uno. Además, los líderes participaron en toda la producción en posiciones relevantes en la autoría, por lo que cumplen la función de ser la figura central del grupo.

- ◊ 24 de los 26 integrantes de cuerpos académicos consolidados del CIR-Biomédicas participaron en la producción, siendo la dependencia con el mayor número de personas involucradas. Sin embargo, también tienen la menor densidad, por lo que se infiere que en esta dependencia los grupos se fragmentan para publicar y, tomando en cuenta lo mencionado previamente sobre la participación mayoritaria de profesores externos a los cuerpos académicos de esta dependencia, se deduce que los encargados de dirigir la investigación no involucran a cuerpos académicos completos. Además, la dependencia señalada tiene el segundo promedio más alto de publicaciones.
- ◊ De los cuerpos académicos consolidados, los del campus de Ciencias Sociales, Económico Administrativas y Humanidades tiene el menor número de grupos productivos, de publicaciones, el promedio de publicaciones más bajo y el porcentaje de integrantes participativos más bajo. Sin embargo, es el que presentó la densidad mayor y el grado de aparición promedio de los líderes más alto.
- ◊ En lo que respecta al grupo en formación con producción, dos integrantes doctores (uno es el líder) participaron en la publicación en conjunto con investigadores de otras instituciones, principalmente del extranjero, lo que representa que han identificado instituciones afines a la línea de investigación y han establecido contacto, demostrando que cumplen con lo requerido por el gobierno mexicano.
- ◊ Por otra parte, las temáticas relevantes muestran que los grupos del campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias y del CIR-Biomédicas estudian problemáticas a nivel nacional, pues México es una de las palabras clave más ocurrentes, mientras que el campus de Ciencias Sociales, Económico Administrativas y Humanidades y el CIR-Biomédicas estudian temas a nivel regional ya que Yucatán es una palabra clave frecuente en la producción.
- ◊ En la institución analizada se ha generado conocimiento entre diferentes cuerpos académicos, siendo más frecuente la colaboración entre profesores del campus de Ciencias de la Salud y del CIR-Biomédicas. Otra colaboración constante fue entre profesores del campus de Ciencias Sociales, Económico Administrativas y Humanidades y del campus de Ciencias de la Salud, formando conocimiento multidisciplinario.



6. Conclusión

En este trabajo se ha presentado una metodología que tiene como propósito el rendimiento de un grupo de investigadores, conocido en México como cuerpo académico, a través del análisis de su producción científica indizada en la base de datos Scopus. Los indicadores definidos en la metodología están basados en parámetros asociados a la productividad, la colaboración, la relevancia y la participación de los integrantes en el ámbito científico.

Con el propósito de demostrar la aplicabilidad y efectividad de la metodología propuesta se ha presentado un caso de estudio. En dicho caso de estudio se ha empleado la metodología desarrollada para la valoración y caracterización de los cuerpos académicos de una universidad pública del sureste de México.

El estudio tuvo una limitación principal, pues de los 80 cuerpos académicos no se encontró la producción de 30 en la base de datos bibliográfica elegida. Incluso de las siete dependencias valoradas, dos no cuentan con producción registrada en Scopus. Estos casos limitan el análisis completo del estado de la investigación en la universidad valorada. Por otra parte, añadir nuevas fuentes de datos permitirían ampliar el panorama e, incluso, encontrar producción asociada a los cuerpos académicos faltantes.

La metodología propuesta puede ser aplicada a otras instituciones que tengan grupos de investigación con producción científica registrada en Scopus y con ello incorporar nuevos indicadores que pueden resultar relevantes para la caracterización del desempeño de los cuerpos académicos de instituciones universitarias y grupos de investigación de instituciones científicas.

La implementación de esta metodología en un sentido más amplio proporcionaría un panorama enriquecido por nuevos indicadores, los cuales otorgarían a los procesos de evaluación y certificación del desempeño de un cuerpo académico un enfoque analítico robusto y un mayor grado de objetividad. Además, propiciaría un aumento en la eficacia en la identificación de patrones y tendencias emergentes en el ámbito científico y académico.

En el futuro se espera incluir nuevas fuentes de datos como Web of Science, Google Scholar y Redalyc y así analizar la concentración de publicaciones por área de conocimiento y base de datos bibliográfica. También se pretende evaluar indicadores de consumo de las publicaciones por país y perfil académico a través de redes sociales científicas, y analizar la similitud semántica entre los grupos mediante el contenido de sus resúmenes y palabras clave. Además, se desea estudiar las colaboraciones interinstitucionales de los cuerpos académicos, que son un aspecto importante para el gobierno mexicano.



Agradecimientos

Este trabajo ha sido desarrollado gracias al apoyo del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnologías (CONAH-CYT, México) a través de la beca con número (CVU/Becario) 853088/809847 y del Consejo Quintanarroense de Ciencia y Tecnología (COQCYT, México).

Se declara que la obra que se presenta es original, no está en proceso de evaluación en ninguna otra publicación, así también que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

Referencias

- Aman, V. (2018). Does the Scopus author ID suffice to track scientific international mobility? A case study based on Leibniz laureates. *Scientometrics*, 117(2), 705–720. doi: 10.1007/s11192-018-2895-3
- Beaver, D. D. (2001). Reflections on scientific collaboration (and its study): Past, present, and future. *Scientometrics*, 52(3), 365–377. doi: 10.1023/A:1014254214337
- Elsevier (2022). Elsevier Developer Portal. Recuperado el 2 de noviembre de 2022, de https://dev.elsevier.com/api_docs.html
- Gálvez, C. (2018). Análisis de co-palabras aplicado a los artículos muy citados en Biblioteconomía y Ciencias de la Información (2007-2017). *Transinformação*, 30(3), 277–286. doi: 10.1590/2318-08892018000300001
- García, A. (2013). Las redes de colaboración científica y su efecto en la productividad. Un análisis bibliométrico. *Investigación Bibliotecológica: Archivonomía, Bibliotecología e Información*, 27(59), 159–175. doi: 10.1016/S0187-358X(13)72535-8
- Gómez, J. y González, G. (2018). Patrones y estrategias en la colaboración científica: la percepción de los investigadores. *Revista Española de Documentación Científica*, 41(1), e199. doi: 10.3989/redc.2018.1.1458
- González, B., Guerrero, V. y Moya, F. (2010). A new approach to the metric of journals' scientific prestige: The SJR indicator. *Journal of Informetrics*, 4(3), 379-391. doi: 10.1016/j.joi.2010.03.002
- González, G. y Gómez, J. (2014). La colaboración científica: principales líneas de investigación y retos de futuro. *Revista Española de Documentación Científica*, 37(4), e062. doi: 10.3989/redc.2014.4.1186
- Guerrero, V. P., Olmeda, C. y De Moya, F. (2013). Quantifying the benefits of international scientific collaboration. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 64(2), 392–404. doi: 10.1002/asi.22754
- Kyvik, S. y Reymert, I. (2017). Research collaboration in groups and networks: differences across academic fields. *Scientometrics*, 113(2), 951–967. doi: 10.1007/s11192-017-2497-5
- Prieto, M. E., Zapata, A. y Menéndez, V. H. (2011). Data Mining Learning Objects. En C. Romero, S. Ventura, M. Pechenizkiy y R. Baker (Eds.), *Handbook of Educational Data Mining* (pp. 481–492). CRC Press. doi: 10.1201/b10274
- Rodríguez, J. K., Gómez, N. Y. y Herrera, Y. (2017). Técnicas bibliométricas en dinámicas de producción científica en grupos de investigación. Caso de estudio: Biología-UPTC. *Revista Lasallista de Investigación*, 14(2), 73–82. doi: 10.22507/rli.v14n2a7



- Sallán, J. M., Suñé, A., Fernández, V. y Fonollosa, J. B. (2002). *Métodos cuantitativos en organización industrial I*. Edicions UPC.
- Sandoval, C., Delfín, H., Torres, J. F. de J., Parra, V. y Zaldivar, M. (2019). Técnicas bibliométricas para la autoevaluación de los grupos de investigación de la Universidad Autónoma de Yucatán, México. *Revista RedCA*, 2(5), 53–66. <https://hemeroteca.uaemex.mx/index.php/revistaredca/article/view/13272>
- Scarazzati, S. y Wang, L. (2019). The effect of collaborations on scientific research output: the case of nanoscience in Chinese regions. *Scientometrics*, 121(2), 839–868. doi: 10.1007/s11192-019-03220-x
- Selivanova, I. V., Kosyakov, D. V. y Guskov, A. E. (2019). The Impact of Errors in the Scopus Database on the Research Assessment. *Scientific and Technical Information Processing*, 46(3), 204–212. doi: 10.3103/S0147688219030109
- SEP (2022a). Cuerpos académicos reconocidos por PRODEP. Recuperado el 6 de febrero de 2022, de <http://promep.sep.gob.mx/ca1/>
- SEP (2022b). Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el Tipo Superior (PRODEP). Recuperado el 6 de febrero de 2022, de <https://dgesui.ses.sep.gob.mx/programas/programa-para-el-desarrollo-profesional-docente-para-el-tipo-superior-prodep>
- Sharma, O. P. (2012). Quality Indicators of Scientific Research. *Indian Journal of Microbiology*, 52(2), 305–306. doi: 10.1007/s12088-012-0246-2

Semblanzas

Jared D.T. Guerrero-Sosa. Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM, España). Maestro en ciencias de la computación por la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY, México). Ingeniero en tecnologías de la información y comunicaciones por el Instituto Tecnológico de Chetumal (TecNM, México). Actualmente es doctorando en tecnologías informáticas avanzadas por la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM, España). Sus intereses de investigación se enfocan en temas relacionados con los repositorios digitales, la representación del conocimiento y la ingeniería del conocimiento.

Víctor Hugo Menéndez-Domínguez. Doctor en tecnologías informáticas avanzadas por la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM, España). Profesor titular en la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY, México). Su trabajo de investigación se centra en temas relacionados con repositorios de documentos digitales, la representación del conocimiento y la gestión de objetos de aprendizaje.

Francisco P. Romero. Doctor en Tecnologías Informáticas Avanzadas por la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM, España). Profesor titular en la Escuela Superior de Informática de Ciudad Real (ESI Ciudad Real) de la UCLM. Su trabajo de investigación se centra en temas relacionados con la inteligencia artificial aplicada a campos como la gestión de información, el deporte o la ciencia actuarial.

