

Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento

Año 11, Número 25, Artículo 13: 1-27. Enero - Diciembre 2023
e-ISSN: 2007-8064

<http://revistas.unam.mx/index.php/entreciencias>



Patentes como indicador de capacidades para la universidad emprendedora: el caso del IPN

Patents as a capability indicator for the entrepreneurial university: the case of IPN

DOI: 10.22201/enesl.20078064e.2023.25.85562
e25.85562

Rubén Oliver Espinoza^{a*}

<https://orcid.org/0000-0002-7712-8980>

Diana Priscila Estrella Santiago^{b*}

<https://orcid.org/0000-0003-1086-7794>

Rigoberto Arroyo-Cortez^{c*}

<https://orcid.org/0000-0002-2217-0022>

Fecha de recepción: 26 de abril de 2023.

Fecha de aceptación: 24 de julio de 2023.

Fecha de publicación: 31 de julio de 2023.

^aAutor de correspondencia
roliver@ipn.mx

*Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales

Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación.
CC-BY-NC-ND



RESUMEN

Objetivo: identificar la capacidad de emprendimiento del Instituto Politécnico Nacional a través del registro de patentes.

Diseño metodológico: se identifican campos de conocimiento y unidades académicas involucradas en invenciones patentadas a partir de indicadores de centralidad de redes. A los indicadores se aplica análisis de componentes principales, para luego conglomerar y jerarquizar los campos y las unidades.

Resultados: los métodos multivariantes aplicados en el trabajo resultan funcionales para sistematizar y ordenar indicadores de redes, los que fueron útiles para diferenciar el peso e importancia de los campos de conocimiento y las unidades académicas relacionadas con el patentamiento. De ello se desprenden algunas implicaciones relacionadas con la vertiente emprendedora del IPN, que abren líneas de investigación sobre transferencia y gestión del conocimiento.

Limitaciones de la investigación: la patente es un activo potencialmente comercializable. Pero de la revisión del acervo de patentes no se colige directamente emprendimiento, aunque es uno de los indicadores relevantes de la universidad emprendedora, en el entendido de que ésta tiene por misión la comercialización del conocimiento que genera.

Hallazgos: se identifica que los campos de conocimiento más relevantes para la actividad inventiva corresponden a tecnologías que en el ámbito de la organización académica del IPN corresponden a las ciencias médico-biológicas, como farmacéutica, biotecnología y salud, y se concentra en relativamente pocas unidades académicas. Inversamente, la actividad de patentamiento en las ingenierías y ciencias físico-matemáticas se concentra en menos campos de conocimiento, pero concita una participación más diversificada entre unidades académicas.

Palabras clave: universidad emprendedora, IPN, patentes, gestión de conocimiento, innovación

ABSTRACT

Purpose: To identify entrepreneurial capacity of the National Polytechnic Institute (IPN) through patent registration.

Methodological design: Fields of knowledge and academic units involved in patented inventions are identified through indicators of network centrality. Principal component analysis is applied to these indicators to conglomerate and hierarchize the fields and units.

Results: The multivariate methods applied in the study prove effective in systematizing and arranging network indicators, which were instrumental in distinguishing the significance and importance of various fields of knowledge and the academic units associated with patenting. These findings yield some implications related to the entrepreneurial aspect of the IPN (National Polytechnic Institute), which in turn open up avenues of research concerning knowledge transfer and management.

Research limitations: The patent is a potential marketable asset; however, from the review of the patent databases, entrepreneurship cannot be directly inferred, although it is one of the relevant indicators of an entrepreneurial university, as it is understood that such universities aim to commercialize the knowledge they generate.

Findings: The most relevant fields of knowledge for inventive activity correspond to technologies that, within the academic organization of the IPN, fall under the category of medical-biological sciences, such as pharmaceuticals, biotechnology and health. Patenting activity in these areas is concentrated in relatively few academic units. Conversely, patenting activity in engineering and physical-mathematical sciences is concentrated in fewer fields of knowledge, but involves a more diverse participation among academic units.

Keywords: entrepreneurial university, IPN, patents, knowledge management, innovation

INTRODUCCIÓN

La noción de universidad emprendedora surge en el contexto de la dinámica compleja de los sistemas de innovación. La bibliografía refiere su contribución al desarrollo regional, industrial y a su influencia sobre la actividad innovadora empresarial (Caviggioli *et al.*, 2023a y 2023b; Pugh *et al.*, 2018; Spurek y Reháč, 2022), como consecuencia de la adopción de una misión orientada de la transferencia de conocimiento hacia el entorno productivo, una vez que ha evolucionado a partir de una primera revolución cuyas misiones se orientaban a la enseñanza y la investigación (Etzkowitz *et al.*, 2000).

En este sentido, la universidad emprendedora se reconoce como una de las hélices en un modelo sistémico de innovación que provee capital humano y se forja como semillero de nuevas empresas, y que en un sentido eminentemente económico se las reconoce por su eficiencia costo-efectiva de generar conocimiento y como inventoras creativas (Etzkowitz, *et al.* 2000, p. 314).

La literatura sobre el tema reconoce los múltiples rostros que adquiere la universidad emprendedora, en virtud de la diversidad de actividades de emprendimiento que realiza: comercializar patentes, ofrecer consultoría, desarrollar *spin-offs*, entre otras (Ding y Choi, 2011; Kalar y Antonicic, 2015; Kolb y Wagner, 2017; Pugh *et al.*, 2018).

Para las instituciones de educación superior (IES) se ha vuelto un imperativo identificarse como competitivas, dado que la lógica de la universidad emprendedora radica en transferir conocimiento potenciador de crecimiento, pero también es una vía hacia su sostenibilidad económica (Etzkowitz *et al.*, 2000; Siegel y Wright, 2015).

Una dimensión de la universidad emprendedora radica en la producción de patentes. Se ha identificado que éstas impulsan el comportamiento estratégico de las empresas en términos de incrementar su actividad de patentamiento y definir criterios para la toma de decisiones con respecto a incursionar en prácticas de innovación abierta (Anckaert y Peeters, 2023; Ardito, 2018; Michelinio *et al.*, 2017; Spurek y Reháč, 2022).

No obstante, en México, a pesar de que el tema de las universidades emprendedoras no ha pasado inadvertido, el potencial que parece evidenciar la práctica de transferencia de conocimiento no ha permeado como en otras latitudes por diversas razones. Dos de ellas:

primera, porque propiamente México no se ha caracterizado por su dinámica innovadora y, segunda, porque ante ese vacío no existen referentes con respecto a cómo operativizar estructuras de emprendimiento eficientes (Cabrero *et al.*, 2011; Campos y Sánchez, 2005; Cárdenas, Cabrero y Arellano, 2014; *The Failure Institute* [TFI], 2018; Kantis, Federico y García, 2020; Portuguez, Ross y Gómez, 2019).

Sin embargo, es indispensable, como primer paso hacia el emprendimiento en las IES, la identificación de capacidades de investigación tecnológica potencialmente comercializable. Dada la relevancia de los registros de propiedad industrial como indicador asociado a la capacidad emprendedora de las universidades, este trabajo de investigación centra su interés específicamente en la actividad de patentamiento del IPN. Esto último, para identificar tanto capacidades de investigación tecnológica puestas en patentes, como unidades académicas donde tales registros se concentran.

Particularizamos el caso del IPN porque la noción de universidad emprendedora no escapa a la institución: la forma organizacional más reciente es la Dirección de Servicios Empresariales y Transferencia Tecnológica (Dsett), concebida como unidad organizacional de vinculación, patentamiento, transferencia, y aplicación del conocimiento científico y tecnológico hacia los sectores productivos y sociales.

El antecedente de la Dsett fue la Unidad Politécnica para el Desarrollo y la Competitividad Empresarial (Updce). Entendemos que el cambio implica, primeramente, reconocer a las funciones de vinculación una mayor jerarquía en la estructura organizacional al pasar de unidad a dirección y, en segundo lugar, por el cambio de enfoque, favoreciendo un papel protagónico y activo al Instituto en el proceso de emprendimiento. Es previsible que los resultados de la Dsett condicionen su transformación futura y el papel del Instituto como universidad emprendedora.

A su vez, la Dsett es una de las direcciones de la Secretaría de Innovación e Integración Social, que además de prestar servicios empresariales y transferir tecnología tiene como funciones la vinculación para el desarrollo regional, la incubación de proyectos de desarrollo

tecnológico, la realización de estudios de prospectiva tecnológica y las relaciones internacionales, de modo que existe cimentada una estructura institucional para el emprendimiento universitario pero, como reflejo de lo que ocurre al nivel nacional, el Instituto se enfrenta con los problemas de robustecer sus prácticas de transferencia.¹

Debido a ello, este trabajo contribuye sobre una dimensión específica del emprendimiento universitario para un caso en particular. Patentar no se traduce invariablemente en transferir, pero identificar las áreas de conocimiento tecnológico, así como las instituciones que las concentran, a través de patentes, sí constituye un acervo de recursos para la gestión del conocimiento hacia el emprendimiento.

Por lo tanto, la pregunta principal que guía esta investigación es ¿qué capacidades de investigación tecnológica, manifiesta en patentes, le otorga al IPN un perfil de universidad emprendedora? Ahora bien, habiendo reconocido la parcialidad de las patentes como indicadores de una universidad emprendedora, una pregunta secundaria es ¿qué implicaciones tienen los indicadores de redes que se desprenden de las patentes, pensando en el IPN desde la perspectiva de la universidad emprendedora?

A continuación, se discute la metodología del trabajo, posteriormente se presentan los resultados y por último se ofrece la discusión y conclusiones.

METODOLOGÍA

De manera sintética, la metodología consiste en 1) recuperar patentes cuyo titular es el IPN, 2) extraer y or-

¹ De los casos más representativos de transferencia del Instituto han sido la tinta indeleble, usada en procesos electorales desde 1994, generada en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB); más recientemente, el Transferón®, gestionado desde la Unidad de Investigación, Desarrollo e Innovación Médica y Biotecnológica (Udimeb), también de la ENCB. De forma emergente aparece una tecnología de tratamiento de aguas residuales con aplicación en pequeñas comunidades, del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango y una Planta de biodiesel para el Gobierno de la Ciudad de México cuya tecnología fue generada en el Centro Mexicano de la Producción más Limpia Unidad Zacatenco (concedida el 13/05/2022).

ganizar la información de las patentes para obtener indicadores de redes, 3) emplear los indicadores de redes para obtener conglomerados de campos de conocimiento y unidades académicas que concentran la actividad de patentamiento.

Existe bibliografía que relaciona la actividad de patentamiento universitario con actividades de emprendimiento, en contextos donde la innovación tiene un peso relevante (Ardito, 2018; Bercovitz y Feldman, 2011; D'Este y Perkmann, 2011; Rybnicek *et al.*, 2019), aunque no necesariamente la relación pueda ser positiva, en función del contexto y el espacio (Riviezzo *et al.*, 2019) En este sentido, la información que proveen patentes parece un indicador relevante de emprendimiento que aquí exploramos con el fin de identificar el conocimiento que acerca al instituto a explotar una vertiente de emprendimiento.

Para el caso que nosotros revisamos, recurrimos a Lens.org, sitio del que recopilamos tanto solicitudes de patente, como patentes otorgadas en las que aparece como titular el Instituto Politécnico Nacional a diciembre de 2022. Al respecto hacemos hincapié en que, al incluir el rastreo de solicitudes de patentes, buscamos tener un amplio panorama de los campos de conocimiento con potencial de emprendimiento, en el que está comprendida la solicitud de patentes, según se verifica en la revisión de literatura (Fujii, Yoshida y Sugimura, 2016; Jibir y Abdu, 2021; Kasuyaki, 2016; Mungila, 2020; Yun *et al.*, 2018).

De las patentes recuperamos dos datos: los clasificadores internacionales de patentes (CIP), que es la clave mediante la cual se clasifican los campos de conocimiento de los inventos. La CIP es asignada por las oficinas de patentes y se utilizan para recuperar documentos en el proceso de indagación del estado de la técnica, para decidir si una patente es otorgada o no. De modo que es un clasificador que hace comparable la actividad inventiva a nivel internacional, y que permite identificar la evolución del desarrollo tecnológico (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual [OMPI], 2022).

En nuestro caso recuperamos los CIP a un nivel de desagregación de grupos, sin especificar el conjunto de definiciones correspondientes a uno mismo.

Ahora bien, a partir del nombre de los inventores se rastrean sus unidades académicas (UA) de adscripción. Con ambos datos tenemos los campos de conocimiento

to en los cuáles se concentra la actividad inventiva de los científicos del instituto, así como las organizaciones donde tal actividad se concentra.

Una misma patente puede abarcar diversos CIP, por lo que desde este punto de vista un invento anida diversos clasificadores que pueden representarse como una red, de la cual se derivan indicadores de su estructura. Lo mismo puede decirse con respecto a las UA: a partir de su área de conocimiento, más de una puede participar en el desarrollo de una misma patente, lo que arrojaría la representación de redes de unidades académicas participantes en la actividad inventiva.

Una red es un medio de codificación de un sistema; por lo tanto, es una forma de representar cierta complejidad a partir de la relación de los atributos de los componentes del sistema. A partir de esta codificación se identifican patrones no aparentes a simple vista (Barabasi, 2016; Borgatti, Everett y Johnson, 2013; Scott, 2017). En nuestro caso representamos redes, asumiendo que estructuran espacios cognitivos e institucionales que concentran conocimiento potencialmente comercializable; por lo tanto, nos interesa mostrar una forma de estructurar una de las dimensiones de la universidad emprendedora: la actividad de patentamiento.

Para ello identificamos cuatro indicadores de redes: grado, grado *eigenvector*, intermediación (Borgatti, Everett y Johnson, 2013) y *pagerank* (Page et al., 1999). Los tres primeros indicadores suelen emplearse en el análisis de redes sociales, el cuarto se diseñó para medir la importancia de las páginas web en función de cuantas direccionan a una misma y, a su vez, hacia cuantas direcciona. Nosotros los empleamos tanto para develar como para jerarquizar la estructura de conocimiento y los espacios organizacionales donde se genera:

1. El grado indica la cantidad de vínculos i de cada nodo x , donde cada nodo está representado por un CIP contenido en cada una, o una UA a la que está adscrito el inventor.

$$d_i = \sum_j x_{ij}$$

El grado del nodo representa su peso en la actividad inventiva de la institución. Se intuye que, a mayor grado, mayor peso (relevancia o densidad) de un campo de conocimiento

o una unidad académica en la actividad de patentamiento. Sin embargo, este peso no es absoluto, en el sentido de que una red es una estructura compleja y, como tal, arroja información que contribuye a tener una interpretación más rica, si se observa al amparo de más indicadores.

2. El grado *eigenvector* indica la centralidad de un nodo en función del grado de los nodos que le son adyacentes, por tanto, es una forma de observar el tamaño relativo de un nodo: es más grande (importante) en la medida que sus adyacentes son grandes (importantes).

$$e_i = \lambda \sum_j x_{ij} e_j$$

Donde λ es la constante proporcional *eigenvalue*, para una proporcionalidad basada en la suma del grado de los nodos adyacentes j a cada vínculo i . El grado del *eigenvector* pondera el peso de los nodos adyacentes para atribuir cierto valor a uno en particular.

3. Intermediación observa la capacidad de un nodo j de conectar otros (i y k).

$$b_j = \sum_{i < k} \frac{g_{ijk}}{g_{ik}}$$

El indicador de intermediación representa la proporción de todos los caminos posibles entre nodos que pasan por un nodo focal; por lo que señala qué proporción de todos los caminos más cortos de uno a otro nodo pasan a través de uno en particular. Mediante la intermediación se identifica la capacidad de los nodos de vehicular a otros.

4. *Pagerank* es una forma de señalar la centralidad de un nodo en términos de la importancia que le es transferida y que transfiere. Es decir, la centralidad de un nodo se asume como consecuencia de los otros que se le asocian. Se asume que la importancia inherente de un nodo β es .15

$$y_i = \alpha \sum_j \frac{x_{ij}}{k_j} y_j + \beta$$

En el caso de redes de conocimiento (análisis científico, bibliométrico, o de innovación) la bibliografía es profusa en el uso del indicador de redes, por ejemplo, mediante el de intermediación (Badar, Hite y Badir, 2013; Geisberger, Sanders y Schultes, 2008; Green, McColl y Bader, 2012; Huang, Liu y Pan, 2021; Kajikawa y Mori, 2009; Lee *et al.*, 2012) y grado del eigenvector (Dong, y Yang, 2016; Ito, Ikeuchi y Daiko, 2021; Kim, 2019).

Del *pagerank* decíamos que es un indicador a partir del cual se ponderaba la relevancia de una página *web*, en función del alcance que podía lograr una, dependiendo de qué tan alejada estaba de una nodal (Page *et al.*, 1999). Para el caso de nuestro ejercicio, el valor del indicador se explica por el hecho de que una patente puede contener varios CIP, asumimos que, en la medida que el primer clasificador es el más importante para el invento, el resto se diluye en términos de su especificidad técnica.

En realidad, uno encuentra en la literatura que suelen usarse varios indicadores como recurso para explicar la complejidad asociada a procesos de innovación. Sucede así porque cada indicador por su cuenta aporta información relevante y parcial. En nuestro caso, para hablar del patentamiento en el IPN en el marco de la universidad emprendedora decidimos conjugar la información de los CIP y las UA de las patentes para formar conglomerados.

En el análisis de conglomerados se busca descubrir grupos de observaciones similares, naturales a partir de las variables en estudio (Alarcón, 2021; Johnson y Wichern, 2007), en nuestro caso agrupar tanto a los CIP de las patentes, como a las UA donde surgen los inventos a partir de los indicadores de redes.

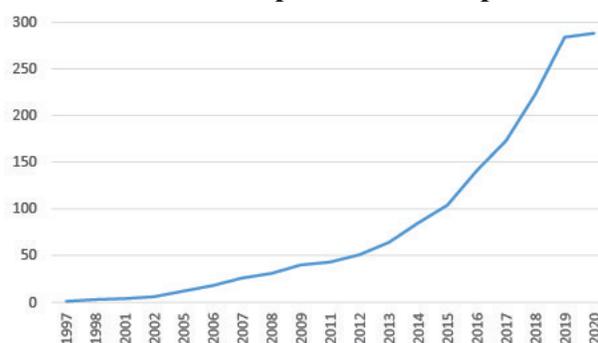
El primer paso hacia la conglomeración consiste en verificar que los indicadores de redes cumplen los criterios estadísticos de conformarse en componentes principales, que es una técnica estadística multivariada que busca reducir a unas cuantas dimensiones relevantes una estructura de datos más amplia, mediante la combinación lineal de variables originales (Alarcón, 2021; Bajo-Traver y Diez-Caballero, 2014; González *et al.*, 2007, Johnson y Wichern, 2007).

RESULTADOS

Estadísticas sobre actividad de patentamiento en el IPN

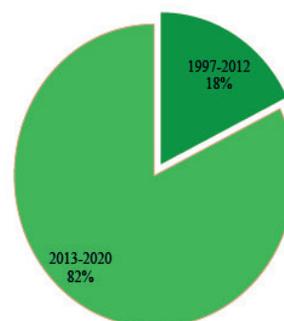
En la plataforma Lens.org se identificaron un total de 288 patentes, la primera data de 1997. La gráfica 1 muestra que con el transcurso del tiempo existe un crecimiento paulatino de la actividad de patentamiento que al año 2019 llega a registrar 61. Este crecimiento paulatino se manifiesta en que el lapso 2013-2020 concentra el 82% de las patentes totales (237 patentes publicadas), un promedio de 29.6 por año, mientras que entre 1997 y 2012 aparece el registro de 4.6 patentes por año (gráfica 2). Suponemos que la reducción del ritmo de crecimiento en la actividad de patentamiento para 2020 tiene que ver con el cierre de actividades derivado de la pandemia por COVID.

Gráfica 1. Año de publicación de patentes



Fuente: elaboración propia con base en Lens.org

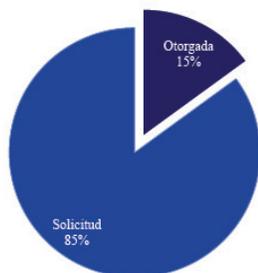
Gráfica 2. Actividad de patentamiento por periodo



Fuente: elaboración propia con base en Lens.org

De las 288 patentes, 245 son solicitudes; las 43 restantes corresponden a patentes otorgadas (gráfica 3).

Gráfica 3. Patentes solicitadas y otorgadas



Fuente: elaboración propia con base en Lens.org

Otro dato relevante es que el 95,5% de las patentes se han registrado en México, proporción que se eleva a 99% considerando el país de prioridad para patentar (tabla 1).

Tabla 1. Países de Registro y prioridad del patentamiento

	Jurisdicción	
	Registro	Prioridad
México	275	285
OMPI	6	
USA	2	1
Australia	1	
Canadá	1	
China	1	
Chipre	1	
Francia	1	1

Fuente: elaboración propia con base en Lens.org

Las 288 patentes abarcan 218 CIP al nivel de desagregación de grupos, que se repiten 460 ocasiones, de manera que en promedio cada patente comprende 1.6 CIP.

Asimismo, las 288 patentes comprenden 84 UA, de las cuales 48 son instancias del Instituto Politécnico Nacional; las restantes corresponden a instancias de la UNAM, UAM, Cinvestav, IMP, UANL, entre otras, incluidas otras que carecen de institución de adscripción del inventor, con las que el IPN tiene cotitularidad.

Redes y conglomerados de campos de conocimiento y unidades académicas

Conglomerados de campos de conocimiento

La tabla anexa 1 muestra los indicadores de redes para los CIP de las patentes del Instituto. Las ocho CIP que al menos observan un indicador de grado de 8 mayoritariamente abordan campos relacionados con el área de las ciencias médico-biológicas (tabla 2). Es notorio que la estructura de la red de conocimiento evidencia que el indicador de grado es relevante para determinar el peso de la actividad de emprendimiento, pero su peso no es definitivo; por ejemplo, el campo a61k31 arroja el mayor grado y el mayor *pagerank*, el segundo grado *eigenvector*, y es el quinto campo más relevante en términos de intermediación. A partir de la tabla anexo 1 se pueden identificar esas variaciones. Si sigue uno en la lógica de ir campo por campo, encontrará complicado identificar una estructura basada en los campos con los indicadores de redes, debido a lo cual realizamos la técnica de conglomeración y componentes.

Tabla 2. Campos de conocimiento de mayor grado de las patentes, con base en el CIP, al nivel de grupo

A01N65	Biocidas, repelentes o atrayentes de plagas o reguladores del crecimiento vegetal que contengan materiales procedentes de algas, líquenes, briofitas, hongos pluricelulares plantas, o extractos de los mismos.
A61K31	Preparados medicinales que contienen principios activos orgánicos.
A61K35	Preparados medicinales que contienen materiales o productos de reacción de constitución indeterminada.
A61K36	Preparados medicinales de constitución indeterminada que contengan materias procedentes de algas, líquenes, hongos o plantas, o sus derivados, por ejemplo, medicamentos tradicionales a base de plantas
A61K38	Preparados medicinales que contienen péptidos.
C02F3	Tratamiento biológico del agua, las aguas residuales o el alcantarillado.
C12N1	Microorganismos, por ejemplo, protozoos; composiciones de microorganismos; procedimientos de reproducción, mantenimiento o conservación de microorganismo de sus composiciones; procedimientos de preparación o aislamiento de una composición que contenga un microorganismo; medios de cultivo para ellos.
F04C2	Máquinas o bombas de pistón rotativo.

Fuente: elaboración propia con base en el Clasificador Internacional de Patentes de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.

Para articular los conglomerados de patentes, como primer paso mostramos la tabla 3, que exhibe la correlación entre los indicadores de la red de conocimiento, y dan un indicio sobre la viabilidad de conglomerar áreas de conocimiento. Conforme el ejercicio estadístico, todas las correlaciones son significativas al 1%.

Tabla 3. Correlación de indicadores de redes de conocimiento

	grado	Eigen-centralidad	pageranks	intermediación
Grado	1			
Eigen-centralidad	.7433	1		
Pageranks	.7108	.5271	1	
Intermediación	.7262	.9916	.5254	1

Fuente: elaboración propia con base en indicadores de red de campos de conocimiento de patentes.

Como segundo paso presentamos la tabla 4, que muestra los resultados de agrupar las variables en componentes principales. Conforme al resultado, se observa que las variables se agrupan adecuadamente en un solo componente (con un autovalor de 2.95545), que explica el 73.89% de la varianza. Por su cuenta el cuadro 5 muestra el índice KMO, de adecuación de componentes, con valores superiores a 0.7, por lo que el ejercicio de identificación de componentes es adecuado.

Tabla 4. Componentes principales

Componente	Autovalor	Diferencia	Proporción	Acumulado
Comp1	2.95545	2.43726	0.7389	0.7389
Comp2	0.518187	0.179162	0.1295	0.8684
Comp3	0.339025	0.151686	0.0848	0.9532
Comp4	0.187339	.	0.0468	1

Fuente: elaboración propia con base en indicadores de redes de conocimiento.

Tabla 5. Medida de adecuación KMO

Variable	KMO
Grado	0.7227
Eigen-centralidad	0.8262
PageRank	0.8037
Intermediación	0.8470
Global	0.7914

Fuente: elaboración propia.

Como tercer paso presentamos la ecuación de normalización para ordenar los clasificadores de las patentes (sus campos de conocimiento) en un componente y, a partir de ella, conglomerar campos de conocimiento:

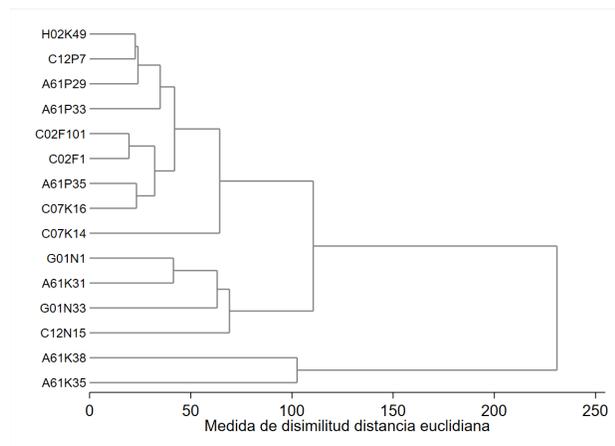
$$ZCIP = 0.5413 * grado + 0.4979 * eigcentralidad + 0.4637 * pageranks + 0.4941 * Intermediación$$

De ella se desprende la columna ZCIP del cuadro anexo 1.

El cuarto paso consiste en que a partir de la variable normalizada ZCIP se conglomeran los campos de conocimiento usando el criterio de vecino más cercano, mediante el cálculo de la distancia euclidiana. El dendrograma (gráfica 4) muestra las 15 ramas (los CIP) más importantes. Dada la medida de disimilitud entre campos de conocimiento, es evidente la mayor cercanía entre los clasificadores A61K35 y A61K38, que con el resto de los CIP. Un segundo gran conjunto se divide en dos subconjuntos, el primero se forma entre los clasificadores que van del C12N15 al G01N1; y el otro del C07K14, etcétera.

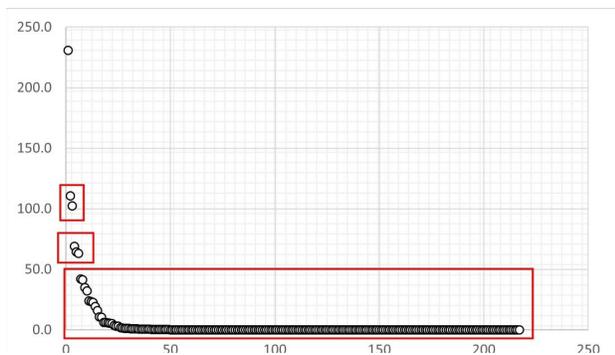
Sin embargo, dado que las patentes del Instituto abarcan un total de 218 campos de conocimiento, y en función del peso diferenciado que tienen, observamos que un gráfico de distancia (gráfica 6) entre clasificadores nos permite observar una conglomeración de campos de conocimiento más eficiente si se organizan los clasificadores en 4 conglomerados (columna conglomerados del cuadro anexo 1; en la gráfica 5 se observan encerrados en rojo).

Gráfica 4. Dendrograma para variables normalizadas ZCIP



Fuente: elaboración propia con base en datos de patentes extraídas de Lens.org

Gráfica 5. Determinación de conglomerados



Fuente: elaboración propia.

Conglomerados de campos de unidades académicas

La tabla anexa 2 muestra los indicadores de redes para las UA donde se producen las patentes registradas a nombre del Instituto. Las unidades académicas que mayor grado alcanzan y, por tanto, las que más actividad de patentamiento reportan, son la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica unidad Zacatenco (Esimez), Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), Escuela Superior de Medicina (ESM), Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía (ENMH), Centro de Investigación y Estudios Avanzados (Cinvestav), Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada unidad

Legaria (Cicata L).

Asimismo, a simple vista se observa que el grafo de unidades académicas está más conectado que el de CIP; pero, como en el caso anterior, es preferible ordenar unidades académicas mediante la conformación de conglomerados.

Procedemos de la misma manera que en el caso de la identificación de las áreas de conocimiento de las patentes, por lo que en primera instancia mostramos la tabla 6, que muestra la correlación entre indicadores de la red de unidades académicas. En este caso observamos que los indicadores tienen una correlación más elevada que en el caso previo.

Tabla 6. Correlación de indicadores de unidades académicas

	grado	Eigen-centralidad	pageranks	intermediación
Grado	1			
Eigen-centralidad	0.9559	1		
Pageranks	0.9669	0.9026	1	
Intermediación	0.9337	0.8809	0.9669	1

Fuente: elaboración propia con base en indicadores de red de unidades académicas.

Las tablas 7 y 8 muestran, primero, los resultados de agrupar las variables en componentes principales: conforme a los resultados, agrupan suficientemente en uno solo que explica 95.1% de la varianza; se observa, asimismo, con un índice KMO, cuyos valores superan a 0.7, de modo que se constata que el ejercicio de componentes es adecuado para extraer conclusiones de conglomerados de unidades académicas que patentan, a partir de indicadores de redes.

Tabla 7. Componentes principales

Componente	Autovalor	Diferencia	Proporción	Acumulado
Comp1	3.80401	3.66417	0.951	0.951
Comp2	0.139837	0.0987481	0.035	0.986
Comp3	0.0410892	0.026021	0.0103	0.9962
Comp4	0.0150682	.	0.0038	1

Fuente: elaboración propia con base en indicadores de redes de unidades académicas

Tabla 8. Medida de adecuación KMO

Variable	KMO
Grado	0.7257
Eigen-centralidad	0.7852
Pagerank	0.7245
Intermediación	0.8307
Global	0.7629

Fuente: elaboración propia.

La ecuación de normalización que denominamos ZECU, para ordenar unidades académicas y, a partir de ella, conglomerarlas es:

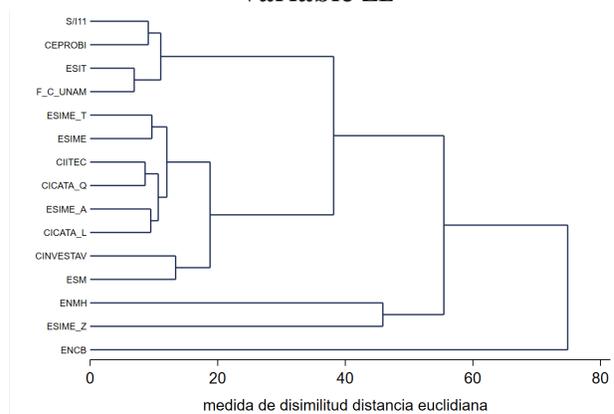
$$ZECU = 0.5070 * \text{grado} + 0.4914 * \text{eigen} + 0.5044 * \text{pageranks} + 0.4971 * \text{intermediación}$$

Luego del cálculo de ZECU (tabla anexa 2) se conglomeran las unidades académicas mediante el criterio de vecino más cercano, calculado a través de la distancia euclidiana. La gráfica 6 corresponde al dendrograma que muestra las 15 ramas (UA) más importantes en términos de patentes.

Del dendrograma queremos llamar particularmente la atención que una de las UA que más patenta es la Esime, sin especificar qué unidad en particular (Zacatenco ya decíamos que está entre las cinco más patentadoras, pero también están ahí Azcapotzalco y Ticomán). Un segundo hecho, que entre las 15 unidades aparecen Cinvestav y la Facultad de Ciencias de la UNAM. Sobre Cinvestav llamamos la atención que es una institución que propiamente no pertenece al IPN, por lo que su nom-

bre de adscripción no siempre aparece normalizado en relación al Instituto, pero tiene un nexo en docencia e investigación fuerte desde su origen. Un tercer hecho, la distancia que muestra la ENCB con respecto a las demás unidades académicas, que en sí misma parece agrupar un conglomerado.

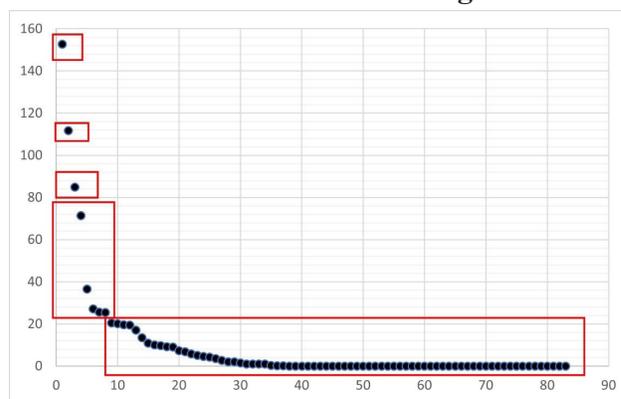
Gráfica 6. Dendrograma normalizado para la Variable ZE



Fuente: elaboración propia con base en datos de patentes extraídas de Lens.org

Tal como en el caso de las áreas de conocimiento, observamos que una forma más eficiente de aglomerar unidades académicas puede realizarse identificando un número de conglomerados, en función de la distancia entre nodos (distancia entre unidades académicas). La gráfica 7 ofrece visualmente una organización de unidades en 5 conglomerados, expresados en el cuadro anexo 2.

Gráfica 7. Determinación de conglomerados



Fuente: elaboración propia.

DISCUSIÓN

Áreas de patentamiento y unidades académicas patentadoras

A partir del creciente interés en la actividad de patentamiento en el Instituto Politécnico Nacional se evidencia la relevancia que ha adquirido el discurso de la universidad emprendedora: en el transcurso de los años se ha intensificado el número de solicitudes y patentes otorgadas, aunque el grueso de las patentes se solicita principalmente en el ámbito nacional.

Se identifica, asimismo, que la actividad inventiva se realiza principalmente entre unidades académicas del Instituto, pero también con otras instituciones del sistema educativo y de investigación nacional e internacional (aunque en una mínima proporción).

Por campo de conocimiento, se ubica que el patentamiento se concentra en el desarrollo de invenciones que en el marco de la organización del IPN corresponde al área de ciencias médico-biológicas (medicina, salud, biotecnología). Entre las principales ocho CIP (tabla 9), solo dos pueden corresponder a invenciones relacionadas con métodos o instrumentos de medición o *testing* que pueden caer tanto en el área de las ciencias médico-biológicas, como en el área de ingenierías y ciencias físico-matemáticas (otra de las áreas en que se organiza la docencia y la investigación del IPN), en función de las definiciones de los CIP.

En concordancia con el predominio de la actividad de patentamiento en materia de salud, medicina y biotecnología, dos UA del área médico-biológica constituyen, cada una, un conglomerado por sí mismas (tabla 10). Aunque entre de las 16 UA que conforman cuatro conglomerados, se observa el predominio de las pertenecientes al área de ingenierías y ciencias físico-matemáticas, si bien básicamente están contenidas en el conglomerado 4.

Esto indica un comportamiento diferente entre áreas de organización de la actividad académica: por áreas de conocimiento predomina patentamiento en materia de salud, medicina y biotecnología, pero el patentamiento en áreas de las ingenierías y ciencias físico-matemáticas involucra más unidades académicas. Este resultado conduciría a indagar la dinámica organizativa y social en torno a la actividad de emprendimiento del Instituto. De

modo que, tanto por CIP, como por UA, la identificación de conglomerados a partir de indicadores de redes plantea el reconocimiento de la complejidad en el contexto de la universidad emprendedora.

Tabla 9. Principales clasificadores de patentes y área de conocimiento del IPN

Clasificador	Conglomerado	Área de conocimiento del IPN*
A61K35	1	CMB
A61K38	2	CMB
A61K31	3	CMB
A61K36	3	CMB
C02F3	3	CMB
G01NB3	3	cmb y/o ICFM
C12N15	3	CMB
G01N1	3	CMB y/o ICFM

* CMB = Ciencias médico-biológicas;
ICFM = Ingenierías y ciencias físico-matemáticas.
Fuente: elaboración propia, con base en tabla 1 del anexo.

Tabla 10. Principales unidades académicas de patentamiento y áreas de conocimiento del IPN a la que pertenecen

Unidad académica	Conglomerado	Área del conocimiento IPN
ENCB	1	CBM
Esime Z	2	ICFM
ENMH	3	CMB
ESM	4	CMB
Cinvestav	4	CMB o ICFM
Cicata L	4	ICFM
Upibi	4	CMB
CIC	4	ICFM
Esime C	4	ICFM
Esime A	4	ICFM
Esique	4	ICFM
Cicata Q	4	ICFM
CBG	4	CMB
Esime	4	ICFM
Ciitec	4	ICFM
Esime T	4	ICFM

Fuente: elaboración propia, con base en la tabla 2 del anexo.

CONCLUSIONES

Hallazgos en el plano descriptivo

En este trabajo hemos propuesto el mapeo de patentes registradas por el Instituto Politécnico Nacional, extrayendo dos datos de ellas: 1) los CIP, que asimilan el tipo de capacidades de investigación tecnológica empleada en la invención, y 2) las UA donde se llevó a cabo la invención, que manifiesta la distribución de capacidades de desarrollo tecnológico entre dependencias del Instituto. El procesamiento de ambos datos dio pauta a la elaboración de indicadores de redes. Señalamos que cada uno de ellos dice una cosa específica sobre el peso del conocimiento y de las unidades académicas donde éste se genera. Pero conjuntamente contribuyen a sistematizar la información que aportan para entender la estructura de la red. Recurrimos a la conglomeración de áreas de conocimiento y unidades académicas para que, a través de esa técnica, se pueda otorgar un criterio de jerarquía al conocimiento y a las organizaciones, y descubrimos (hipotetizamos) una lógica de patentamiento particular para invenciones que surge en el área de ciencias médico-biológicas, diferente a la que existe en el área de ingenierías y ciencias físico-matemáticas.

Si la misión de la universidad emprendedora es transferir conocimiento, entonces el mapeo de patentes exhibe un panorama de lo que es potencialmente transferible. Esto es importante en contextos donde la misión emprendedora de las instituciones educativas y de investigación se ve entorpecida por la carencia de esfuerzos sistémicos, dado que el mapeo representa en sí una vía de sistematización para la gestión del conocimiento. Una de las dimensiones de las universidades emprendedoras radica en la institucionalización de formas organizacionales a través de las cuales capitalizar el conocimiento (Etzkowitz *et al.*, 2000; Holgersson y Aboen, 2019; Good *et al.*, 2019).

Implicaciones de la actividad de patentamiento para el IPN en el marco de la universidad emprendedora

Por supuesto que la comercialización de patentes o la generación de una dinámica de patentamiento basado

en la colaboración representa un salto con respecto al mapeo a través del cual buscamos presentar al IPN como una universidad emprendedora. Pretender recomendaciones sin una descripción completa de las vías y los recursos a través de los cuales se realizan los procesos de transferencia rebasa el alcance del trabajo, pero existen implicaciones por las cuales el ejercicio es relevante y replicable para cualquier IES en la perspectiva de las universidades emprendedoras, que bien pueden anotarse como líneas de investigación.

Primera, porque el desarrollo de patentes involucra al menos a dos organizaciones institucionales: las unidades académicas (representadas en laboratorios, talleres, departamentos) que ejecutan sus actividades de investigación científica y tecnológica, y la Dsett, la instancia encargada de organizar y ejecutar los procesos en pro de la transferencia de conocimiento hacia el sector productivo y social. Nuestro ejercicio identifica quiénes patentan, qué patentan, y cómo se estructuran conocimiento y organizaciones académicas a partir de las estadísticas derivadas de los métodos multivariantes (componentes principales y conglomerados), pero ¿el mapa descriptivo de la investigación tecnológica que ofrecemos como resultado es reflejo exclusivo de la dinámica de generación de conocimiento en las UA, o forma parte de una visión compartida con las estructuras de transferencia del Instituto?

Segunda, y relacionada con la anterior, dado que la Dsett es una unidad organizacional que está incorporada a una estructura más amplia con la que coordina condiciones para el desarrollo regional, la incubación de proyectos de desarrollo tecnológico, la realización de estudios de prospectiva tecnológica y las relaciones internacionales en I+D, ¿qué papel juega en ello la gestión de propiedad intelectual? Por gestión de propiedad intelectual nos referimos a las funciones relacionadas con el registro de la propiedad, y luego de la gestión del portafolio de patentes (vigilancia del entorno, identificación de trayectorias tecnológicas y de necesidades sociales y del mercado, identificación de potenciales usuarios, valuación y negociación de tecnología).

Tercera, entre los resultados que encontramos, vimos que cada indicador da una cierta información de modo tal que, por ejemplo, es diferente señalar los campos de conocimiento que más frecuentemente se identifican en las patentes a señalarlos en función de los atributos

que les confieren los indicadores. De este modo es posible delinear elementos diagnósticos y de planeación atendiendo a, por ejemplo, 1) qué líneas de investigación tecnológica debieran potenciarse en términos de los recursos que se les destinan, y en atención a la demanda del entorno (la industria, la sociedad, el gobierno); 2) qué grupos de investigación muestran una actividad de patentamiento relevante por su potencial de transferencia y por lo tanto valdría un acompañamiento orientado hacia la transferencia o, en su caso, cómo y hacia dónde reencausar la investigación tecnológica en atención a los requerimientos del ambiente; 3) qué capacidades de gestión para la transferencia deben robustecerse entre grupos de investigación; 4) qué actores externos al Instituto son vinculables como potenciales aliados tecnológicos para la transferencia, una vez identificadas las capacidades de investigación tecnológica.

Cuarta, si por una parte los indicadores y los conglomerados que articulan proveen una descripción de la investigación tecnológica en el IPN, en términos de gestión estratégica pueden orientar una política de emprendimiento hacia temas de interés en la agenda nacional. Así pues, si se identifica como relevante el patentamiento en temas de medicina, salud y biotecnología, ¿en qué ámbitos de la salud puede incidir la investigación tecnológica del IPN? Dado el reconocimiento de las formas estructurales que adopta la red de UA que participan de la investigación en salud, ¿de qué manera se podría orientar la dinámica social de la investigación para atender problemas de salud?

Quinta, del análisis de componentes principales entre diferentes UA se deduce que, en las diversas etapas de investigación, patentamiento y transferencia tecnológica, también hay ciertos intercambios generales de conocimiento entre los participantes, sea de sus experiencias o sensibilidades para poder optimizar los procesos y la toma de decisiones institucionales en cada etapa. De lo anterior se deriva que se trata de gestiones a largo plazo que someten a prueba la dinámica de la estructura institucional; para la universidad emprendedora sugiere prever recursos orientados hacia esfuerzos sistémicos para retener y eficientar las vinculaciones activas entre la UA y los sectores productivos. Esto es importante, adicionalmente, porque mientras las estructuras sociales de investigación suelen ser más estables y consistentes en el tiempo, no ocurre así en el área de gestión de la

innovación para la transferencia, donde la rotación y cambio de perfiles profesionales suele ser una constante al amparo de los cambios de administración.

Consideramos que las implicaciones que se desprenden de la investigación son pertinentes en general para toda IES cuyo enfoque apunta hacia la instauración de estructuras organizacionales propias de la universidad emprendedora, sin pasar por alto que comprenden un rango de objetivos más amplios y que el del emprendimiento corresponde a una misión más, pero que es relevante para la articulación efectiva de los sistemas de innovación, si nos atenemos a la literatura sobre el tema.

REFERENCIAS

- Alarcón, M.A. (2021). Capacidades de innovación por entidades federativas: un análisis de sus componentes principales. *Economía Teoría y Práctica*, 55(2), 37-58. <http://dx.doi.org/10.24275/ETY-PUAM/NE/552021/Alarcon>
- Anckaert, P., y Peeters, H. (2023). This is what you came for? University–industry collaborations and follow-on inventions by the firm. *Journal of Product Innovation Management*, 40(1), 58-85. <https://doi.org/10.1111/jpim.12650>
- Ardito, L. (2018). Markets for university inventions: The role of patents' underlying knowledge in university-to-industry technology commercialization. *International Journal of Technology Management*, 78(1-2), 9-27. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2018.093934>
- Badar, K., Hite, J.M., y Badir, Y.F. (2013). Examining the relationship of co-authorship network centrality and gender on academic research performance: The case of chemistry researchers in Pakistan. *Scientometrics*, 94(2), 755-775. <https://doi.org/10.1007/s11192-012-0764-z>
- Bajo-Traver, M., y Diez-Caballero, A. (2014). Aplicaciones prácticas del Análisis de Componentes Principales en Gestión de Carteras de Renta Fija (III). Estrategias de valor relativo mediante el Análisis de Componentes Principales: PCA butterflies. *Análisis financiero*, 126, 106-125. https://www.researchgate.net/publication/309780325_Practical_applications_of_Principal_Compo

- ment_Analysis_in_Fixed_Income_Portfolio_Management_I_Determination_of_the_main_risk_factors_of_the_yield_curve
- Barabasi, L. (2016). *Network Sciences*. Creative Commons: CC BY-NC-SA 2.0. Recuperado de <http://networksciencebook.com/>
- Bercovitz, J., y Feldman, M. (2011). The mechanisms of collaboration in inventive teams: Composition, social networks, and geography. *Research Policy*, 40(1), 81-93. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.09.008>
- Borgatti, S., Everett, M., y Johnson, J. (2013). *Analyzing Social Networks*. Thousand Oaks, California: Sage Publications.
- Cabrero, E., Cárdenas, S., Arellano, D., y Ramírez, E. (2011). La vinculación entre la universidad y la industria en México. Una revisión a los hallazgos de la Encuesta Nacional de Vinculación. *Perfiles Educativos*, 33, 186-199. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982011000500016&lng=es&tlng=es
- Campos, G., y Sánchez, G. (2005). La vinculación universitaria: Ese oscuro objeto del deseo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 7(2), 1-13. Recuperado de <http://redie.uabc.mx/vol7no2/contenido-campos.html>
- Cárdenas, S. Cabrero, E., y Arellano, D. (2014). *La difícil vinculación universidad-empresa en México: ¿Hacia la construcción de la triple hélice?* México: Centro de Investigación y Docencia Económicas.
- Cavaggioli, F., Colombelli, A., De Marco, A., Scellato, G., y Ughetto, E. (2023a). Co-evolution patterns of university patenting and technological specialization in European regions. *Journal of Technology Transfer*, 48(1), 216-239. <https://doi.org/10.1007/s10961-021-09910-0>
- Cavaggioli, F., Colombelli, A., De Marco, A., Scellato, G., y Ughetto, E. (2023b). The impact of university patenting on the technological specialization of European regions: a technology-level analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 188. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122216>
- D'Este, P., y Perkmann, M. (2011). Why do academics engage with industry? The entrepreneurial university and individual motivations. *The Journal of Technology Transfer*, 36, 316-339. <https://doi.org/10.1007/s10961-010-9153-z>
- Ding, W., y Choi, E. (2011). Divergent paths to commercial science: A comparison of scientists' founding and advising activities. *Research Policy*, 40(1), 69-80. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.09.011>
- Dong, J. Q., y Yang, C.-H. (2016). Being central is a double-edged sword: Knowledge network centrality and new product development in U.S. pharmaceutical industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 113, 379-385. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.07.011>
- Duan, Y., y Guan, Q. (2021). Predicting potential knowledge convergence of solar energy: bibliometric analysis based on link prediction model. *Scientometrics*, 126(5), 3749-3773. <https://doi.org/10.1007/s11192-021-03901-6>
- Etzkowitz, H., Webster, A., Gebhardt, C., y Terra, B. R. C. (2000). The future of the university and the university of the future: Evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm. *Research Policy*, 29(2), 313-330. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00069-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00069-4)
- Fujii, H., Yoshida, K., y Sugimura, K. (2016). Research and development strategy in biological technologies: A patent data analysis of Japanese manufacturing firms. *Sustainability (Switzerland)*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/su8040351>
- Geisberger, R., Sanders, P., y Schultes, D. (2008). Better Approximation of Betweenness Centrality. Society for Industrial Applied Mathematics: Proceedings of the Workshop on Algorithm Engineering and Experiments (ALENEX). 90-100. <https://doi.org/10.1137/1.97816119728879>
- González, P., Garnica, E., Díaz de Pascual, A., y Torres, E. (2007). Una aplicación del análisis de componentes principales en el área educativa. *Revista Economía* 9, 55-72. Recuperado de <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/19198>
- Good, M., Knockaert, M., Soppe, B., y Wright, M. (2019). The technology transfer ecosystem in academia. An organizational design perspective. *Technovation*, 82-83, 35-50. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.06.009>
- Green, O., McColl, R., y Bader, D.A. (2012). *A Fast Algorithm for Streaming Betweenness Centrality*, International Conference on Privacy, Security, Risk and

- Trust and 2012 International Conference on Social Computing*. Institute of Electrical and Electronic Engineers, Amsterdam, Holanda. DOI: 10.1109/SocialCom-PASSAT.2012.37
- Holgerson, M., y Aaboen, L. (2019). A literature review of intellectual property management in technology transfer offices: From appropriation to utilization. *Technology in Society*, 59. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.04.008>
- Huang, Y., Liu, H., y Pan, J. (2021). Identification of data mining research frontier based on conference papers. *International Journal of Crowd Science*, 5(2), 143-153. <https://doi.org/10.1108/IJCS-01-2021-0001>
- Ito, K., Ikeuchi, K., y Daiko, T. (2021). Global knowledge flow and Japanese multinational firms' offshore R&D allocation and innovation. *Japan and the World Economy*, 59. <https://doi.org/10.1016/j.japwor.2021.101090>
- Jibir, A., y Abdu, M. (2021). Human Capital and Propensity to Protect Intellectual Properties as Innovation Output: the Case of Nigerian Manufacturing and Service Firms. *Journal of the Knowledge Economy*, 12(2), 595-619. <https://doi.org/10.1007/s13132-020-00657-x>
- Johnson, R.A., y Wichern, D.W., (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Estados Unidos: Person Prentice Hall.
- Kajikawa, Y., y Mori, J. (2009). Interdisciplinary research detection by citation indicators, *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, Hong Kong, China. DOI: 10.1109/IEEM.2009.5373422.
- Kalar, B., y Antoncic, B. (2015). The entrepreneurial university, academic activities and technology and knowledge transfer in four European countries. *Technovation*, 36, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2014.11.002>
- Kantis, H.D., Federico, J.S., y García, S.I. (2020). Entrepreneurship policy and systemic conditions: Evidence-based implications and recommendations for emerging countries. *Socio-Economic Planning Sciences*, 72. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100872>
- Kazuyuki, M. (2016). Innovation and entrepreneurship: A first look at the linkage data of Japanese patent and enterprise census. *Seoul Journal of Economics*, 29(1), 69-94. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2739526
- Kim, H.S. (2019). How a firm's position in a whole network affects innovation performance. *Technology Analysis and Strategic Management*, 31(2), 155-168. <https://doi.org/10.1080/09537325.2018.1490398>
- Kolb, C., y Wagner, M. (2018). How university spin-offs differ in composition and interaction: a qualitative approach. *Journal of Technology Transfer*, 43(3), 734-759. <https://doi.org/10.1007/s10961-017-9629-1>
- Lee, D.H., Seo, I.W., Choe, H.C., y Kim, H.D. (2012). Collaboration network patterns and research performance: The case of Korean public research institutions. *Scientometrics*, 91(3), 925-942. <https://doi.org/10.1007/s11192-011-0602-8>
- Michelino, F., Cammarano, A., Lamberti, E., y Caputo, M. (2017). Open innovation for start-ups: A patent-based analysis of bio-pharmaceutical firms at the knowledge domain level. *European Journal of Innovation Management*, 20(1), 112-134. <https://doi.org/10.1108/EJIM-10-2015-0103>
- Mungila, B.S. (2020). Technology business incubators in India: what determines their R&D contributions to the national economy? *International Journal of Innovation Science*, 12(4), 385-408. <https://doi.org/10.1108/IJIS-03-2020-0020>
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual [OMPI]. (2022). *Guía para la Clasificación Internacional de Patentes*, Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. Traducción al español: Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. España: Oficina Española de Patentes y Marcas.
- Page, L., Brin, S., Motwani, R., y Winograd, T. (1999). *The PageRank Citation Ranking: Bringing Order to the Web*. The Web Conference. <http://www.eecs.harvard.edu/~michaelm/CS222/pagerank.pdf>
- Portuguez C. M., Ross S. C., y Gómez, M.G. (2019). The impact of higher education on entrepreneurship and the innovation ecosystem: A case study in Mexico. *Sustainability (Suiza)*, 11(20). <https://doi.org/10.3390/su11205597>
- Pugh, R., Lamine, W., Jack, S., y Hamilton, E. (2018). The entrepreneurial university and the region:

- what role for entrepreneurship departments? *European Planning Studies*, 26(9), 1835-1855. <https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1447551>
- Riviezzo, A., Santos, S.C., Liñán, F., Napolitano, M.R., y Fusco, F. (2019). European universities seeking entrepreneurial paths: the moderating effect of contextual variables on the entrepreneurial orientation-performance relationship. *Technological Forecasting and Social Change*, 141, 232-248. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.10.011>
- Rybnicek, R., Leitner, K.H., Baumgartner, L., y Plakolm, J. (2019). Industry and leadership experiences of the heads of departments and their impact on the performance of public universities. *Management Decision*, 57(12), 3321-3345. <https://doi.org/10.1108/MD-10-2018-1173>
- Scott, J. (2017). Social network analysis. Great Britain: SAGE Publications Ltd., <https://doi.org/10.4135/9781529716597>
- Siegel, D.S., y Wright, M. (2015). Academic Entrepreneurship: Time for a Rethink? *British Journal of Management*, 26(4), 582-595. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.12116>
- Spurek, M., y Reháč, S. (2022). Development of Academic Patenting in European Regions - A Large Scale Analysis. *GeoScape*, 16(2), 148-157. <https://doi.org/10.2478/geosc-2022-0012>
- The Failure Institute [TFI]. (2018). *Fortaleciendo las capacidades para el emprendimiento en México: Un análisis del fracaso en emprendimientos universitarios*. Recuperado de <https://www.thefailureinstitute.com/reports/entrepreneurs/>
- Yun, J.J., Jeong, E., Lee, Y., y Kim, K. (2018). The effect of open innovation on technology value and technology transfer: A comparative analysis of the automotive, robotics, and aviation industries of Korea. *Sustainability (Suiza)*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/su10072459>

Notas de autor

^a Profesor Colegiado en el Centro de Investigaciones Económicas del IPN. Doctor en Ciencias Sociales, Flaco-México. Sus líneas de investigación son innovación sectorial (biotecnología, TIC, aeronáutica). Miembro del

SNI nivel I. Autor de correspondencia.

Correo electrónico: roliver@ipn.mx; neburevilo@gmail.com

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7712-8980>

Últimas publicaciones

Oliver, R. y Stezano, F. (2022). Inserción de empresas mexicanas en la cadena de valor biotecnológica. En M. Amaro (coord.) *Aspectos socioeconómicos e institucionales de la biotecnología en México* (pp. 63-86). México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Barragán, A., Oliver, R., Longar, M.P., y Gómez, H. (2022). Technological development and patent analysis: the case of biopharmacy in the world and in Latin America. *Tapuya: Latin American Science, Technology and Society*, 5(1), 211112, <https://doi.org/10.1080/25729861.2022.211112>

Trejo, J. y Oliver, R. (2022). Alfabetización mediática y digital en México. Un análisis bibliométrico 2000-2021. *Voces de la Educación, número especial: Desafíos pedagógicos de la educación híbrida*. Recuperado de <https://www.revista.vocesdelaeducacion.com.mx/index.php/voces/article/view/546/256>.

^b Doctorante en el Centro de Investigaciones Económicas del IPN. Maestra en Política y Gestión del Cambio Tecnológico del IPN. Sus líneas de investigación son: especialización inteligente, innovación, inteligencia competitiva, propiedad intelectual, emprendimiento.

Correo electrónico: destrella@ipn.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1086-7794>

Últimas publicaciones

Estrella, D. y Gómez, H. [En prensa]. (2023). Activi-

dad de patentamiento en Internet de las Cosas para Gestión del Tráfico. *Economía Teoría y práctica*, 31(59). Recuperado de <http://dx.doi.org/10.24275/ETYPUAM/NE/592023/Gomez>

Oliver-Espinoza, R., y Estrella, D. (2021). Patentes biotecnológicas con aplicaciones a la salud: exploración y algunas aplicaciones. En R. Oliver y F. Stezano, *Actividades de innovación de empresas de biotecnología en México* (pp. 164-184). México: Porrúa.

Mackenzie, F., Estrella, D., Longar, M., Oliver, R. y Gómez, H. (2019). Mapas de ruta aplicados para el desarrollo de competencias en maquinado de piezas metálicas, en A. Barragán, H. Gómez y R. Oliver (editores) *Métodos y herramientas de gestión tecnológica* (pp. 149-168). México: Colofón Ediciones Académicas.

° Profesor visitante y posdoctorante en el Centro de Investigaciones Económicas del IPN. Doctor en ciencias en Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad, Cinvestav. Sus líneas de investigación son: innovación, inteligencia competitiva, propiedad intelectual, transferencia tecnológica.

Email: raroyoc@pm.me

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2217-0022>

Últimas publicaciones

Padilla-Viveros, A. y Arroyo-Cortez, R. (2022). *A Roadmap for Innovation on Microbiologically Influenced Corrosion (MIC) in Oil and Gas Pipelines*. En *OnePetro (Ed.), AMPP Annual Conference + Expo (AMPP-2022-18204)*. Association for Materials Protection and Performance. Recuperado de <https://onepetro.org/amppcorr/proceedings-abstract/AMPP22/3-AMPP22/D031S027R005/488997>

Arroyo-Cortez, R., y Jiménez-Domínguez, R. V. (2014). Tecnología LED para un Programa Mejorado de Luz Sustentable. *Mundo Siglo XXI*, IX(33), 71-80. Recuperado de <http://repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/19282>

Arroyo-Cortez, R., y Jiménez-Domínguez, R. V. (2013). *Three generations of luminous devices: a comparison in search of energy efficiency and ecology care*. 4th International Congress on Alternative Energies, 4. Recuperado de <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/18015>

Tabla Anexo 1: indicadores de redes de conocimiento (CIP)

CIP	Grado	Eigencentralidad	Pageranks	Intermediación	ZCIP	Conglomerado
A61K31	15	0.9067	0.0164	1146.8964	102.5348	3
A61K35	12	0.8691	0.0118	1751.7012	230.9600	1
A61K36	11	1.0000	0.0124	1285.2286	10.6017	3
A01N65	11	0.8211	0.0106	374.9679	69.1251	4
C12N1	9	0.6836	0.0107	684.7500	3.1738	4
C02F3	9	0.1485	0.0084	909.0000	63.0555	3
A61K38	8	0.4602	0.0061	1964.0190	41.4469	2
F04C2	8	0.0908	0.0092	15.0000	110.5345	4
G01N33	6	0.2347	0.0066	1285.0595	5.6167	3
C02F1	6	0.0778	0.0043	349.0000	1.0698	4
B01J37	6	0.1021	0.0048	264.0000	64.3184	4
G06K9	6	0.0891	0.0060	15.0000	23.1820	4
B01J23	6	0.1969	0.0045	675.0000	32.1779	4
G06F17	6	0.0589	0.0062	12.0000	15.9102	4
A23L7	6	0.0845	0.0048	12.5000	19.4697	4
C07K14	5	0.1574	0.0077	687.5000	6.0778	4
A61K39	5	0.2386	0.0032	13.0595	41.9862	4
A61L27	5	0.0347	0.0043	3.0000	1.5016	4
G06T7	5	0.0725	0.0081	21.0000	0.5690	4
C08J5	5	0.0735	0.0101	434.0000	34.9004	4
C07K16	4	0.1976	0.0044	500.1000	0.3787	4
A61P35	4	0.4015	0.0048	546.8119	3.1847	4
C12N15	4	0.0887	0.0025	936.0000	6.2028	3
A21C3	4	0.0389	0.0026	7.0000	0.8257	4
A01N63	4	0.5168	0.0044	40.6345	0.6326	4
G01N3	4	0.0248	0.0109	6.0000	23.9065	4
A23G3	4	0.2515	0.0064	263.0000	10.3566	4
C01C3	4	0.0476	0.0023	89.0000	5.1200	4
C01B33	4	0.0220	0.0029	1.0000	1.0104	4

CIP	Grado	Eigencentralidad	Pageranks	Intermediación	ZCIP	Conglomerado
A61P39	4	0.2384	0.0063	188.2762	0.0649	4
C12R1	3	0.2915	0.0041	176.0000	0.0084	4
A23L33	3	0.2199	0.0043	121.2429	0.0045	4
A61K9	3	0.5144	0.0034	192.0476	0.0029	4
H04B3	3	0.0161	0.0088	3.0000	22.5717	4
A61P33	3	0.1985	0.0036	263.0000	3.5907	4
G01N1	3	0.0842	0.0036	1077.0000	5.7890	3
H04N1	3	0.0607	0.0046	14.0000	1.3311	4
A21D6	3	0.0489	0.0037	5.5000	0.1889	4
A21C11	3	0.0569	0.0030	12.6667	0.0703	4
C11C1	3	0.0118	0.0017	0.0000	0.6355	4
A01N25	3	0.3143	0.0034	0.3333	0.6615	4
A01P7	3	0.3900	0.0034	18.2167	1.2380	4
G01B5	3	0.0118	0.0017	0.0000	0.9708	4
G10L19	3	0.0336	0.0053	9.0000	0.1141	4
A61F2	3	0.0118	0.0017	0.0000	1.8222	4
G01J3	3	0.0163	0.0010	0.0000	0.1594	4
G01N21	3	0.0163	0.0010	0.0000	0.6820	4
C23C16	3	0.0118	0.0017	0.0000	0.2852	4
C04B14	3	0.0118	0.0017	0.0000	0.2060	4
C07C45	3	0.0592	0.0048	177.0000	0.1603	4
B01J20	3	0.0118	0.0017	0.0000	0.2913	4
C07D311	3	0.0551	0.0017	0.0000	0.0977	4
C07C233	3	0.2582	0.0042	169.5881	1.0898	4
A21D2	3	0.0495	0.0040	7.6667	0.4467	4
A23K50	3	0.2258	0.0045	100.2762	0.0000	4
C22C49	3	0.0118	0.0017	0.0000	0.7249	4
H02M3	3	0.0118	0.0017	0.0000	0.2946	4
C09C1	3	0.0161	0.0088	3.0000	0.0000	4
C07C65	2	0.2126	0.0028	0.0000	0.0096	4

CIP	Grado	Eigencentralidad	Pageranks	Intermediación	ZCIP	Conglomerado
A61P1	2	0.2126	0.0028	0.0000	0.1049	4
C02F101	2	0.0669	0.0021	425.0000	0.0000	4
H01S3	2	0.0039	0.0007	0.0000	0.0000	4
G06F7	2	0.0092	0.0067	1.0000	0.0000	4
B30B15	2	0.0092	0.0067	1.0000	0.0000	4
C08G73	2	0.0092	0.0067	1.0000	0.0000	4
F24S30	2	0.0092	0.0067	1.0000	0.0000	4
C01B39	2	0.0039	0.0007	0.0000	0.2351	4
E21B49	2	0.0039	0.0007	0.0000	0.1500	4
C05F11	2	0.3093	0.0027	9.2429	0.0197	4
G01F23	2	0.0039	0.0007	0.0000	0.0000	4
C12P19	2	0.0549	0.0041	89.0000	0.0019	4
C07D247	2	0.0463	0.0036	89.0000	0.0000	4
A21B1	2	0.0428	0.0024	0.6667	0.0000	4
G01M3	2	0.0039	0.0007	0.0000	0.0000	4
A61K8	2	0.2316	0.0030	0.0000	0.0000	4
A23J3	2	0.0039	0.0007	0.0000	0.0000	4
A23L1	2	0.1915	0.0035	89.0000	0.0000	4
C09J183	2	0.0284	0.0047	89.0000	0.0000	4
G06N3	2	0.0039	0.0007	0.0000	0.0461	4
A61P29	2	0.3319	0.0025	192.0476	0.0000	4
C12P21	2	0.0800	0.0029	36.0000	0.0000	4
H02M1	2	0.0092	0.0067	1.0000	0.0000	4
G06T1	2	0.0245	0.0041	8.0000	0.0000	4
C12P7	2	0.0610	0.0038	89.0000	0.4574	4
A62D3	1	0.1268	0.0017	0.0000	0.0000	4
A62D101	1	0.1268	0.0017	0.0000	0.0115	4
C07K1	1	0.0378	0.0020	0.0000	0.0000	4
C02F9	1	0.0247	0.0013	0.0000	0.0000	4
F03B13	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4

CIP	Grado	Eigencentralidad	Pageranks	Intermediación	ZCIP	Conglomerado
F03G7	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0056	4
H04L9	1	0.0063	0.0035	0.0000	0.0000	4
B30B3	1	0.0063	0.0035	0.0000	0.0000	4
B30B9	1	0.0063	0.0035	0.0000	0.0051	4
E04B2	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
E04C2	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
C01B3	1	0.0285	0.0014	0.0000	0.0000	4
A61P37	1	0.0378	0.0020	0.0000	0.0000	4
A61P31	1	0.1715	0.0016	0.0000	0.0167	4
C01B25	1	0.0146	0.0014	0.0000	0.0205	4
C04B35	1	0.0146	0.0014	0.0000	0.0000	4
H03G3	1	0.0090	0.0032	0.0000	0.0006	4
H04B15	1	0.0090	0.0032	0.0000	0.0019	4
H04L27	1	0.0090	0.0032	0.0000	0.0000	4
C07C9	1	0.1715	0.0016	0.0000	0.0010	4
C08G83	1	0.0063	0.0035	0.0000	0.0000	4
C22B60	1	0.0063	0.0035	0.0000	0.0004	4
A01K61	1	0.1715	0.0016	0.0000	0.0004	4
F24S23	1	0.0063	0.0035	0.0000	0.0016	4
F24S50	1	0.0063	0.0035	0.0000	0.0000	4
G06F9	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
G06F15	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
C22B34	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
C22B7	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0016	4
G16C20	1	0.0221	0.0017	0.0000	0.0002	4
A61K45	1	0.1604	0.0015	0.0000	0.0036	4
C08B37	1	0.0140	0.0024	0.0000	0.0000	4
C07D493	1	0.1715	0.0016	0.0000	0.0000	4
C07D239	1	0.0126	0.0022	0.0000	0.0000	4
A21C1	1	0.0141	0.0012	0.0000	0.0000	4

CIP	Grado	Eigencentralidad	Pageranks	Intermediación	ZCIP	Conglomerado
B63H9	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
B64C21	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
C11B1	1	0.0070	0.0012	0.0000	0.0000	4
A01H4	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
C12N5	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
C08L91	1	0.1604	0.0015	0.0000	0.0007	4
C09D191	1	0.1604	0.0015	0.0000	0.0000	4
C11B11	1	0.1604	0.0015	0.0000	0.0000	4
G03B15	1	0.0236	0.0021	0.0000	0.0000	4
A01K51	1	0.1501	0.0015	0.0000	0.0000	4
G01B13	1	0.0070	0.0012	0.0000	0.0000	4
D06C5	1	0.0120	0.0030	0.0000	0.0000	4
C22B13	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
H01M10	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
G06M11	1	0.0236	0.0021	0.0000	0.0000	4
H04N7	1	0.0236	0.0021	0.0000	0.0000	4
G09B21	1	0.0132	0.0022	0.0000	0.0000	4
C12Q1	1	0.0522	0.0016	0.0000	0.0000	4
A01N59	1	0.1501	0.0015	0.0000	0.0000	4
G06K11	1	0.0276	0.0015	0.0000	0.0000	4
G08G1	1	0.0276	0.0015	0.0000	0.0000	4
G05B19	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
G05B17	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
B25J15	1	0.0070	0.0012	0.0000	0.0000	4
A61B5	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
G06T13	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
A23L2	1	0.0491	0.0021	0.0000	0.0000	4
C02F11	1	0.0421	0.0015	0.0000	0.0000	4
C04B40	1	0.0070	0.0012	0.0000	0.0000	4
C08B30	1	0.0364	0.0022	0.0000	0.0000	4

CIP	Grado	Eigencentralidad	Pageranks	Intermediación	ZCIP	Conglomerado
B25J17	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
B25J18	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
A23L3	1	0.0229	0.0024	0.0000	0.0000	4
B65D65	1	0.0229	0.0024	0.0000	0.0000	4
B01J21	1	0.0285	0.0014	0.0000	0.0000	4
B01J35	1	0.0285	0.0014	0.0000	0.0000	4
C08L83	1	0.0107	0.0027	0.0000	0.0000	4
B01J13	1	0.1501	0.0015	0.0000	0.0000	4
B01J27	1	0.0162	0.0012	0.0000	0.0000	4
G11B20	1	0.0132	0.0022	0.0000	0.0000	4
C08B9	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
E21B37	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
B01D17	1	0.0421	0.0015	0.0000	0.0000	4
G06F5	1	0.0063	0.0035	0.0000	0.0000	4
B01J29	1	0.0171	0.0021	0.0000	0.0000	4
C07C47	1	0.0171	0.0021	0.0000	0.0000	4
G02F1	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
A23N7	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0011	4
B82Y40	1	0.0070	0.0012	0.0000	0.0006	4
A61K48	1	0.0522	0.0016	0.0000	0.0000	4
C23C10	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
C23C12	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
C01F17	1	0.0106	0.0013	0.0000	0.0000	4
C09K11	1	0.0106	0.0013	0.0000	0.0000	4
C07D339	1	0.0483	0.0020	0.0000	0.0000	4
C07F9	1	0.0483	0.0020	0.0000	0.0000	4
C23F11	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
F16L58	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0008	4
G01H1	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
B61K9	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0004	4

CIP	Grado	Eigencentralidad	Pageranks	Intermediación	ZCIP	Conglomerado
B24C3	1	0.0120	0.0030	0.0000	0.0005	4
B24C5	1	0.0120	0.0030	0.0000	0.0000	4
B24C9	1	0.0120	0.0030	0.0000	0.0000	4
H01M8	1	0.0229	0.0024	0.0000	0.0002	4
G06Q10	1	0.0212	0.0016	0.0000	0.0000	4
G06Q50	1	0.0212	0.0016	0.0000	0.0000	4
C12M1	1	0.0421	0.0015	0.0000	0.0000	4
C12M3	1	0.0421	0.0015	0.0000	0.0000	4
C12P5	1	0.0421	0.0015	0.0000	0.0003	4
A61P27	1	0.1604	0.0015	0.0000	0.0002	4
G06N7	1	0.0212	0.0016	0.0000	0.0003	4
G01L3	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0002	4
G01L5	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4
A61K33	1	0.0935	0.0013	0.0000	0.0000	4
C07C231	1	0.0500	0.0019	0.0000	0.0018	4
C08F4	1	0.0458	0.0013	0.0000	0.0005	4
H01L21	1	0.0070	0.0012	0.0000	0.0000	4
A47J27	1	0.0265	0.0014	0.0000	0.0000	4
A21D13	1	0.0165	0.0018	0.0000	0.0008	4
A23K20	1	0.0448	0.0020	0.0000	0.0000	4
B22F3	1	0.0070	0.0012	0.0000	0.0000	4
C02F5	1	0.0247	0.0013	0.0000	0.0002	4
B05D1	1	0.0070	0.0012	0.0000	0.0000	4
B82Y30	1	0.0090	0.0032	0.0000	0.0000	4
C01B32	1	0.0090	0.0032	0.0000	0.0002	4
C08K3	1	0.0090	0.0032	0.0000	0.0000	4
G06F1	1	0.0063	0.0035	0.0000	0.0009	4
H02J3	1	0.0063	0.0035	0.0000	0.0000	4
H04N19	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0004	4
H04N21	1	0.0039	0.0046	0.0000	0.0000	4

CIP	Grado	Eigencentralidad	Pageranks	Intermediación	ZCIP	Conglomerado
G09C5	1	0.0096	0.0024	0.0000	0.0000	4
C12P1	1	0.0147	0.0023	0.0000	0.0006	4
C23C8	1	0.0146	0.0014	0.0000	0.0008	4
F04C13	1	0.0298	0.0017	0.0000	0.0000	4
F04C15	1	0.0298	0.0017	0.0000	0.0000	4
F16D27	1	0.0298	0.0017	0.0000	0.0000	4
F16H49	1	0.0298	0.0017	0.0000	0.0000	4
H02K1	1	0.0298	0.0017	0.0000	0.0000	4
H02K49	1	0.0298	0.0017	0.0000		4

Fuente: elaboración propia.

Tabla Anexo 2: Indicadores de redes de unidades académicas

UA	Grado	Eigencentralidad	Pageranks	Intermediación	ZECU	Conglomerado
ESIME_Z	21	1	0.030041	573.200295	152.72788	2
ENCB	19	0.924072	0.025756	725.915057	84.935202	1
CICATA_L	14	0.623337	0.016963	279.653442	20.175351	4
CINVESTAV	14	0.863696	0.014875	349.685612	36.593212	4
ENMH	14	0.481431	0.024765	488.555628	27.195505	3
ESM	14	0.614508	0.021554	376.879975	111.67573	4
CIC	13	0.606855	0.015108	299.803988	9.1447405	4
ESIME_A	13	0.639649	0.017431	313.106753	19.554341	4
ESIME_C	13	0.604004	0.016551	303.962082	20.427022	4
ESIQIE	13	0.580734	0.01609	259.250957	3.5669796	4
UPIBI	13	0.747359	0.016243	212.307511	4.1580952	4
CICATA_Q	12	0.358479	0.016902	237.893611	25.608587	4
CBG	11	0.532376	0.012952	183.133063	10.014658	4
ESIME	11	0.636094	0.012943	202.495224	19.362439	4
CIITEC	10	0.278115	0.015388	257.345238	9.0318988	4
ESIME_T	10	0.580228	0.011095	174.156822	71.433297	4
CIIDIR_S	8	0.453242	0.008058	27.91829	5.0404086	5
CNMN	8	0.478817	0.009641	98.862612	10.91213	5
UPIITA	8	0.51068	0.008538	72.806844	13.414064	5
CEPROBI	7	0.280768	0.007382	47.436039	4.5821703	5
CICATA_A	5	0.13443	0.00694	88.376623	2.0000195	5
F_C_UNAM	5	0.154458	0.006747	102.9	0.0320949	5
CIBA_T	4	0.098122	0.004192	4.083333	1.4874115	5
CIIDIR_D	4	0.158901	0.003549	0	0.34452863	5
CIIDIR_M	4	0.079008	0.005243	75	7.2244217	5
CIIDIR_O	4	0.18616	0.004008	0	17.055669	5
CMP+L	4	0.122475	0.004071	0	5.8087614	5
ESFM	4	0.15081	0.003982	3.742857	6.7891192	5
UPIICSA	4	0.199037	0.006561	22.438553	9.7660815	5

UA	Grado	Eigencentralidad	Pageranks	Intermediación	ZECU	Conglomerado
UPIIG	4	0.007223	0.007549	1	25.391546	5
CICATA	3	0.126142	0.0052	30.856777	1.0066256	5
CIEMAD	3	0.004284	0.004352	0	2.7466151	5
ESCA_T	3	0.20974	0.005467	12.72381	0.03642974	5
IMP	3	0.13872	0.005351	11.238095	2.0557127	5
CIBA	2	0.094067	0.00363	3.270909	0.00943649	5
CICIMAR	2	0.001684	0.001786	0	0.06322651	5
CICS_ST	2	0.133376	0.004087	0	1.0069604	5
CITEDI	2	0.001684	0.001786	0	0	5
ESCOM	2	0.134366	0.003809	0	0.10597264	5
ESIA_Z	2	0.207028	0.004159	0	0.00102829	5
ESIT	2	0.070305	0.006755	75	1.0000006	5
UAM_I	2	0.107632	0.004071	0	1.0000067	5
UANL	2	0.102399	0.006995	75	0.02726286	5
UPIIZ	2	0.143802	0.003905	0	0.025744	5
BUT	1	0.03291	0.003096	0	0.0045141	5
CARLOS_III	1	0.067242	0.003097	0	0	5
CCADET_UNAM	1	0.054302	0.003294	0	0	5
CECYT_1	1	0.069276	0.002928	0	0	5
CECYT_11	1	0.06415	0.00284	0	0.01447891	5
CECYT_L	1	0.04166	0.002986	0	0.00301873	5
CEIT	1	0.03291	0.003096	0	0.00218126	5
CEU	1	0.067242	0.003097	0	0.00966357	5
CIDETEC	1	0.051322	0.002812	0	0.01037629	5
CINVESTAV_A	1	0.016251	0.002968	0	0	5
CINVESTAV_I	1	0.003272	0.003392	0	0	5
COFAA	1	0.107302	0.003005	0	0	5
ENEP_I	1	0.054302	0.003294	0	0	5
ESCA_ST	1	0.107302	0.003005	0	0.0023316	5
ESE	1	0.099726	0.00294	0	0	5

UA	Grado	Eigencentralidad	Pageranks	Intermediación	ZECU	Conglomerado
F_M_UNAM	1	0.018432	0.002934	0	0	5
FARQ_UNAM	1	0.002457	0.003019	0	0.0200742	5
FES_C	1	0.054302	0.003294	0	0	5
FQ_BUAP	1	0.03291	0.003096	0	0.00757628	5
FQ_UNAM	1	0.054302	0.003294	0	0	5
INP	1	0.067242	0.003097	0	0.00260656	5
INRA	1	0.01211	0.004765	0	0	5
S/I1	1	0.069276	0.002928	0	0	5
S/I10	1	0.008761	0.004663	0	0	5
S/I11	1	0.065972	0.002871	0		5
S/I2	1	0.054302	0.003294	0	0.00382845	5
S/I3	1	0.107302	0.003005	0	0	5
S/I4	1	0.068231	0.002818	0	0.00605321	5
S/I5	1	0.010288	0.002901	0	0.00182226	5
S/I6	1	0.065972	0.002871	0	0	5
S/I7	1	0.058097	0.002789	0	0.0010276	5
S/I9	1	0.107302	0.003005	0	0.00128995	5
TECNOPOLI	1	0.079652	0.002851	0	0	5
UAM	1	0.054302	0.003294	0	0.00105077	5
UDG	1	0.069276	0.002928	0	0	5
UHABANA	1	0.003272	0.003392	0	0.00563423	5
UPB	1	0.04166	0.002986	0	0.0008963	5
UPCH	1	0.067242	0.003097	0	0.00875069	5
UPIICH	1	0.107302	0.003005	0	0	5
USB	1	0.099726	0.00294	0	0	5

Fuente: elaboración propia