

Análisis de redes en Instituciones de Educación Superior (IES) como mecanismo para la formulación de una política subnacional de innovación en México

Alejandro Ordaz Teissier

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

César Abelardo González Ramírez

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Cristopher Antonio Muñoz Ibáñez¹

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

RESUMEN

Es de resaltar la innovación como pilar fundamental del desarrollo competitivo de los países, destacando la vinculación del sector empresarial con el sector académico, este último entendido como formador de capital humano y generador de conocimiento. Por tanto, es necesario profundizar sobre la articulación de los actores académicos y empresariales, específicamente acerca de la cohesión y/o fragmentación de las redes que forman, así como su grado de centralidad. Para abonar a esta cuestión en este trabajo se miden estos indicadores mencionados mediante relaciones generadas por convenios generales de colaboración, además de convenios específicos en investigación y desarrollo experimental. Como resultado del análisis de redes por el método de grafos se encontraron 342 vínculos posibles de acuerdo al número de nodos y convenios generales de colaboración solo se han establecido 140 (40.94%), en cuanto a convenios específicos de investigación y desarrollo experimental solo se dan 12 vínculos (3.51%), de igual manera, se identificó a las universidades Politécnicas como la institución por la que tiene que empezar la aplicación de una política que impulse la generación de convenios y vínculos interinstitucionales de diversa índole para el diseño de la política pública subnacional de innovación que permiten fortalecer la investigación colaborativa y la suma de recursos y capacidades interinstitucionales.

Palabras clave: *Redes Sociales – Sistema Nacional de Innovación – Cohesión de Red – Centralidad de Actores – Diseño Colaborativo de Políticas Públicas de Innovación.*

ABSTRACT

It is worth highlighting innovation as a fundamental pillar of the competitive development of countries, highlighting the link between the business sector and the academic sector, the latter understood as a trainer of human capital and generator of knowledge. Therefore, it is necessary to deepen the articulation of academic and business actors, specifically about the cohesion and/or fragmentation of the networks they form, as well as their degree of centrality. To address this question, in this work these indicators are measured through relationships generated by general collaboration agreements, as well as specific agreements in research and experimental development. As a result of this analysis, of 342 possible links according to the number of nodes and general collaboration agreements, only 140 (40.94%) have been established, in terms of specific agreements for experimental research and development, only 12 links are given (3.51%), likewise, the Polytechnic universities were identified as the institution with which the application of a policy that promotes the generation of agreements and inter-institutional links of various kinds for the design of subnational public policy must begin.

innovation that make it possible to strengthen collaborative research and the sum of resources and inter-institutional capacities.

Key words: *Social Networks – National Innovation System – Network Cohesion – Centrality of Actors– Collaborative Design of Public Innovation Policies.*

¹ *Contacto con los autores: César Abelardo González Ramírez (cramirez@uaeh.edu.mx)*

INTRODUCCIÓN

La innovación es, en la actualidad, una de las prioridades en todas las agendas políticas, desde el nivel urbano y regional, hasta el nivel nacional y supranacional (Wanzenböck y Frenken, 2020). El impacto de la política de innovación en el mediano y largo plazo está asociado directamente en un primer momento con la calidad del diseño de ésta, así como de otros factores no menos importantes. En este sentido, el enfoque de redes de políticas públicas está vinculado al grado de participación e integración de actores en el sistema de innovación. Por ello el énfasis en el sistema estatal de innovación y su grado de cohesión de la comunidad académica. Este estudio se centra en 19 Instituciones de Educación Superior Públicas (IESPP), que están incorporadas a la Secretaría de Educación Pública del estado de Hidalgo, (SEPH) y que cuentan con el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECyT), que avala a las Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas en México.

En este contexto, durante el diseño de políticas públicas de ciencia tecnología e innovación, las fallas de redes constituyen una de las causas sistémicas por las cuales el sector público debe intervenir. Por lo anterior, se requiere un análisis con la particularidad de apreciar la vinculación de los actores del sistema y evaluar la cohesión de las redes. Esto con el fin de impulsar estrategias que permitan a los actores aprovechar las ventajas comparativas y competitivas de otros actores de la misma comunidad, las cuales deben estar orientadas a incrementar el desempeño del sector productivo y a propiciar el desarrollo de la sociedad en su conjunto. La valoración se realiza en torno a tres indicadores relacionales o variables, como son: a) el nivel de articulación exógena, comparando las cuatro regiones del territorio subnacional; b) los convenios generales de colaboración y los actores más relevantes en cada conjunto y c) la articulación de la red en torno a convenios específicos en temas de Investigación y Desarrollo Experimental (IDE).

Desde esta perspectiva, la hipótesis a comprobar versa acerca de la percepción de una articulación débil del sistema subnacional de innovación en la comunidad académica, lo que puede ser un elemento importante en el grado de generación de conocimiento en el ámbito local. Además de probar esta hipótesis, el presente análisis permite detectar si es posible que, mediante una mejor articulación y colaboración de la red, se propicie un mayor impacto en los sectores involucrados, orientándolos a la integración de un sistema, así como resolver cuestionamientos acerca del grado de cohesión de la red de IESPP en cuanto a convenios generales de colaboración y convenios específicos en IDE, para la generación de conocimiento.

El análisis de redes y las políticas públicas de ciencia, tecnología e innovación

Para explicar las disparidades en el desarrollo económico de los países desarrollados en contraste con los no desarrollados, es que surge el concepto de Sistemas de Innovación (SI), los cuales, están constituidos por las instituciones y estructuras económicas que afectan la velocidad y la dirección del cambio tecnológico en la sociedad (Edquist y Lundvall, 1993). Por lo que un sistema involucra los elementos y las relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de conocimiento nuevo y económicamente útil dentro de las fronteras de una entidad sociopolítica (Lundvall, 1992). En este sentido, el enfoque de sistemas sostiene que existe una gran variedad de organizaciones, tanto públicas como privadas, que contribuyen a la generación de innovación tecnológica. La idea principal es el reconocimiento de la centralidad de las relaciones y la mutua influencia entre los actores del sistema (Sleuwaegen y Boiardi, 2014).

Así, la innovación es un proceso que abarca la difusión y el uso de un producto, proceso o servicio, así como su introducción en el mercado. El proceso de innovación está envuelto en un dinamismo, que implica la interacción entre los fenómenos micro y macro, en donde las

macroestructuras condicionan a las microestructuras y, a su vez, estas últimas moldean a las macroestructuras, por lo que se caracterizan por la coevolución y la autoorganización (Lundvall, 2007).

Entonces, el éxito económico de las personas, organizaciones y regiones, en la economía actual, depende del conocimiento y, por lo tanto, el proceso más importante es el aprendizaje, tendiendo la capacidad de aprender a convertirse en el factor más importante detrás de dicho éxito (Lundvall y Johnson, 1994; Sánchez y Zapata, 2014).

El análisis de los Sistemas de Innovación (SI) mueve el foco hacia la combinación de innovación y aprendizaje. La atención se centra en cómo se establecen y disuelven las relaciones duraderas y los patrones de dependencia e interacción a medida que pasa el tiempo. En cada momento hay patrones de colaboración y comunicación que dan forma al sistema de innovación, mismo que está evolucionando en un proceso de destrucción creativa tanto del conocimiento como de las relaciones (Lundvall, 2007 y Dutrénit, 2019).

El modelo de la triple hélice posibilita la identificación de los cambios en las relaciones universidad-industria-gobierno, para dar cuenta de las nuevas configuraciones de las fuerzas institucionales, dentro de los SI, que permiten o impiden su desarrollo (Etzkowitz *et al.*, 2000). La Triple Hélice se encuentra en lugares donde la creación de conocimiento y su aplicación se articulan con ayuda del gobierno local, impulsando la creatividad y la innovación, generando así entornos locales más competitivos y atractivos como parte de una economía inteligente (Paolo *et al.*, 2018 y Leckel *et al.*, 2020).

Esto obedece a que la formulación de políticas, debe centrarse en la especificidad regional para optimizar sus resultados, avanzando hacia el concepto de innovación en el marco de cuádruple hélice, en donde la academia y la industria interactúan y colaboran, mientras que el gobierno coordina y facilita la aplicación de los instrumentos de política, además de que la sociedad civil constituye la cuarta hélice al incorporarse a todo lo anterior de forma zascendente, desempeñando un papel central en el impulso de la innovación enfocada al usuario, sirviendo tanto a la sociedad como a la economía (Carayannis *et al.*, 2018).

Desde la perspectiva de sistemas de innovación, el papel de la política se puede apreciar en la optimización del funcionamiento interno del

sistema, lo que guía a los responsables políticos a centrarse en las condiciones estructurales del sistema para la entrega de innovaciones (Wanzenböck y Frenken, 2020). En este sentido, de acuerdo con Corona (2012) las Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (PCTI) se definen como aquellas acciones del gobierno orientadas a influir las decisiones de las empresas, los consumidores, el gobierno y otros agentes involucrados, para crear, desarrollar, acceder, adoptar y transferir tecnología, conocimiento científico e innovación al costo más bajo y con los más amplios resultados en términos de desempeño y beneficios (Corona, 2012).

Por lo anterior, los desafíos sociales se ven cada vez más como impulsores legítimos de la política de innovación (Uyarra *et al.*, 2020), que se presenta como indispensable para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU para promover sistemas de consumo y producción, inclusivos y sostenibles, al enfrentar el cambio climático (Schot y Steinmueller, 2018). Por esto es necesario generar nuevos paradigmas de política entendidos como un modelo de realidad compartido que guía a los responsables políticos en la resolución de problemas, abordando las crisis actuales y buscando soluciones alternativas (Diercks *et al.*, 2019). En este marco de las PCTI de próxima generación, la interacción público-privada es importante y requiere que los gobiernos adopten la perspectiva de metagobernanza para crear condiciones en las que los grupos de interés se autoorganicen y experimenten sobre los desafíos sociales (Catalá *et al.*, 2020).

Para esto, debe existir una relación causal entre los instrumentos de política y los objetivos/metás de política, para lograr que sean PCTI efectivas y de implementación exitosa con características que faciliten el cumplimiento de los objetivos/metás de política de cada instrumento (Hernández, 1999; Wang y Fan, 2019).

Los SI tienen en su interior Sistemas Regionales de Innovación (SRI), que son prioridad clave para los políticos en muchos países y regiones avanzadas. Sin embargo, pocos estudios abordan los SRI en países en desarrollo (Yu-Shan y Feng-Shang, 2015). Las redes de innovación regional involucran la conexión social entre los actores de la innovación que participan en el SRI. Es así como, en el caso de la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), el tamaño de la red se mide a través del número de organizaciones de Investigación y Desarrollo (I+D) que se encuentran en un área específica.

Esto considerando que la proximidad y los bajos costos de interacción aumentan la probabilidad de lograr un mejor rendimiento de innovación, por lo que, en un SRI la creación de redes de innovación de gran tamaño sería resultado del proceso de aprendizaje generado por las interacciones dentro de la red (Sujin *et al.*, 2020). Para lograr tal proceso de aprendizaje la PCTI es indispensable, ya que en los lugares donde la mayoría de las empresas carecen de capacidades suficientes para realizar actividades de I+D, los instrumentos de política de innovación deben estar diseñados para aumentar el conocimiento y las capacidades de las empresas (Fernández y Montalvo, 2019 y Kern *et al.*, 2019). Asimismo, en diversos países el sector académico se ha convertido en un actor central tanto en el diseño como en la ejecución de las PCTI (Casas *et al.*, 2014).

Los procesos políticos en los subsistemas de innovación, como es el caso de los SRI, no están controlados solamente por actores estatales, ya que también se caracterizan por interacciones entre actores públicos y privados (Dutrénit y Natera, 2017). Por lo que, según Sabatier (2010), la administración de redes es una forma de administración pública que consiste en:

“coordinar estrategias de actores con diferentes objetivos y preferencias en relación con determinado problema o decisión de política pública dentro de una red de relaciones interorganizacionales” (Sabatier, 2010, p. 142).

El enfoque de redes se basa en el hecho de que dentro del entramado institucional se conforma una red de actores con intereses comunes, los cuales, distribuyen responsabilidades e intercambian recursos para alcanzar sus objetivos. Uno de los pilares más importantes para mantener el conocimiento unido en el marco de un sistema de innovación es la proximidad geográfica. La agrupación regional de actividades industriales basada en las interacciones cercanas entre jugadores públicos y privados, por lo que las redes de aprendizaje, regionales o locales, permiten un flujo de información más intensivo, de aprendizaje mutuo y de economías de escala, entre empresas e instituciones de conocimiento tanto públicas como privadas (Soete, 2018). Por lo que las redes de política pública dan respuestas al problema público que los vincula, permitiendo también generar un análisis político sobre la importancia de las redes en la elaboración de una política pública en un contexto determinado (Ibarra-Gómez, 2020).

Para esto, es indispensable el uso del Análisis de Redes Sociales (ARS), que es una metodología matemática que puede ser empleada como herramienta para el estudio formal de redes de políticas públicas, al proveer herramientas para el análisis de los actores y sus relaciones para la generación de políticas públicas con propósito (Mesa y Murcia, 2019). Dichas relaciones se pueden revisar partiendo de la configuración de una colaboración basada en el intercambio de información, contactos personales y elementos compartidos que pueden ser medidos a través de encuestas, flujos de comunicación, cuestionarios e investigaciones para delimitar la interrelación (Tabarquino-Muñoz y Verd, 2019).

Los actores de una red son las unidades sociales de los distintos niveles territoriales, que tienen algún vínculo o generan acciones con otras unidades dentro de la red. Entre estos se encuentran cuatro tipos de actores: los actores institucionales (gobierno), los académicos (instituciones educativas), los actores sociales y comunitarios (sociedad civil organizada), y los actores económicos (empresas) (Ibarra-Gómez, 2020 y Shan, 2017).

A su vez, el valor analítico del enfoque de las redes de políticas recae en el hecho de que conceptualiza la formulación de políticas como un proceso que comprende una diversidad de actores que son bilateralmente interdependientes. En general, las redes sociales consisten en dos elementos básicos, un conjunto de actores y sus relaciones entre pares, y su análisis cuantitativo da como resultado imágenes de las estructuras de redes e indicadores, lo que posibilita la caracterización de sus aspectos clave (centralidad, cohesión, densidad, etc.) (Sabatier, 2010). Por tanto, la administración de redes es una forma de administración pública que consiste en coordinar estrategias de actores con diferentes objetivos y preferencias en referencia a determinado problema o decisión de política pública dentro de una red de relaciones interorganizacionales (Adam y Kriesi, 2007).

La teoría argumenta que la política local y regional debe centrarse en la creación de redes locales distantes y abarcar diferentes acciones de las redes de innovación, por lo que los actores regionales deben centrarse en la construcción de redes externas para acceder a nuevos conocimientos y al mismo tiempo fomentar la variedad relacionada de la región para aumentar el conocimiento interregional (Van Aswegen y Pieter, 2020).

En términos generales, la red de políticas públicas se define como un conjunto de relaciones estables, de naturaleza no jerárquica

e independiente, que vincula a una variedad de actores que comparten intereses comunes en referencia a una política y que intercambian recursos para compartir esos intereses, admitiendo que la cooperación es la mejor forma de alcanzar las metas comunes (Börzel, 1997). En este sentido, las relaciones entre actores definen en gran medida la aportación del sistema a la generación de nuevo conocimiento que tiene un impacto multiplicador en el desarrollo de un país y de acuerdo con Parsons (2007) "las redes de políticas públicas son una alternativa en la formulación de políticas públicas, ya que cada política es el resultado de una compleja interconexión de personas y organizaciones públicas y privadas" (Parsons, 2007, p. 190).

Así pues, los formuladores de políticas deben comprender mejor la naturaleza específica de los sistemas subnacionales de innovación en economías en desarrollo, para que la aplicación de PCTI, a partir de estrategias de innovación en diferentes contextos, genere como resultado una política que apoye efectivamente a los actores de sus regiones incrementando su competitividad (Stojčić et al., 2020 y Pfothenhauer et al., 2019). Por ello, es importante analizar las redes para entender las relaciones básicas entre las fuerzas motrices y los resultados en los procesos regionales de innovación, con el fin de resaltar las mejores prácticas y generar PCTI para las regiones menos desarrolladas (Hauser et al., 2018) al ser una herramienta para mejorar la calidad y cantidad de la información disponible y de las teorías científicas para los tomadores de decisiones de política pública en CTI (Jaime et al., 2013).

Objetivo

En este trabajo se analiza la red de Convenios Generales de Colaboración (CGC) y de Convenios Específicos de Investigación y Desarrollo Experimental (CEIDE) que se llevan a cabo entre las IESPP en el estado de Hidalgo, México.

Las IESPP representan los nodos y se diferencian en función de sus atributos, como: Universidades Tecnológicas (UT), Universidades Politécnicas (UP), Institutos Tecnológicos Superiores (ITS), Colegio de Hidalgo (CH) y Universidad Intercultural (UI), los cuales se identifican en los grafos como actores y geográficamente están ubicadas en cuatro regiones del estado de Hidalgo.

El objetivo es analizar la distribución de los convenios interinstitucionales y con ello, la vinculación existente entre las IESPP mediante

CGC, así como para el desarrollo de CEIDE a través de la estructura de la red. Esto permite apreciar el grado de cohesión/fragmentación de la red formada entre ellas.

MÉTODO

La Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Hidalgo (LCTIEH), define la integración del sistema estatal de innovación por cuatro comunidades, siendo estas: la academia, el gobierno, las empresas y la sociedad; mismas que están integradas, a su vez, por una cantidad considerable de actores, motivo por el cual, como estrategia metodológica, se definen dentro de la población de este estudio únicamente a 19 IESPP divididas en Universidades Tecnológicas, Universidades Politécnicas e Institutos Tecnológicos Superiores incorporados a la Subsecretaría de Educación Superior del Estado de Hidalgo. Esto para generar un análisis a través del software UCINET® en su versión libre para contribuir a desarrollar un modelo de política pública más ágil, basado en el sistema gubernamental local, buscando incidir de manera efectiva en el desarrollo estatal desde el ámbito de la competencia regional, mediante el impulso al trabajo colaborativo como un componente de la innovación social y utilización óptima de recursos y capacidades institucionales, que se encuentre orientado a la generación de conocimiento en beneficio del sistema estatal de innovación en su conjunto. Para esto, las Instituciones de Educación Superior seleccionadas brindaron información de su articulación en la generación de conocimiento entre ellas, con el establecimiento de CGC y CEIDE. Se consideraron cuatro regiones geográficas: Sierra-Huasteca (Región 1), Tulancingo-Apan (Región 2), Pachuca-Tizayuca (Región 3) y Valle del Mezquital (Región 4). Esta regionalización permite comparar entre regiones en términos de cohesión/fragmentación, el grado de centralidad y los actores importantes en el ámbito subnacional (Molina, 2001). En la Imagen 1 se muestra las regiones del Sistema Estatal de Innovación (SEI).

De las 19 Instituciones de Educación Superior, 12 son de contexto urbano y 7 rural, en la Tabla 1 se muestra la oferta académica, el año de apertura de cada institución y el número de programas ofertados. Como podemos observar, el mayor número de programas corresponde a Ingeniería (Ing.) con 104, seguidos de Técnico Superior Universitario (TSU) con 62 y Licenciatura (Lic.) con 50, hay un menor número de programas referentes a Especialidad (Esp.), maestría (M) y Doctorado (D). En cuanto a

Maestría y Doctorado es reducido el número de los que se encuentran en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), 6 y 3, respectivamente.

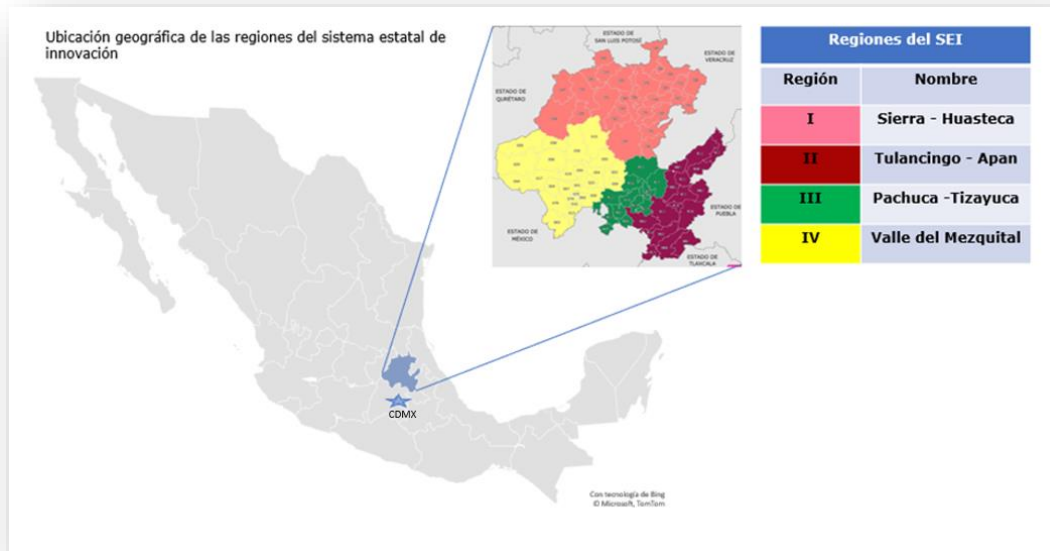


Imagen 1. Regiones del Sistema Estatal de Innovación. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1

Características de las universidades de la red por región

Región	IES(Act)	CONTEXTO		OFERTA ACADÉMICA						Año
		Urbano	Rural	TSU	Lic.	Ing.	Esp.	M	D	
I	Act2	X		11	4	6	0	0	0	1997
	Act5	X		2	3	7	0	0	0	1999
	Act14	X		0	1	4	0	0	0	2012
II	Act4	X		0	7	5	0	0	0	1995
	Act10	X		0	2	8	0	2	0	2000
	Act12		X	0	3	6	0	8	2	2002
	Act13		X	0	2	8	3	5	2	2002
	Act18		X	0	7	0	0	0	0	2017
III	Act6	X		8	2	5	0	0	0	2012
	Act7	X		6	1	2	0	0	0	2014
	Act15	X		0	4	5	0	3	0	2008
	Act19	X		0	0	0	0	3	0	2005
IV	Act1		X	9	3	6	0	0	0	1996
	Act3	X		21	7	13	0	1	0	1991
	Act8		X	5	1	3	0	0	0	2013
	Act9		X	0	2	7	0	1	0	2000
	Act11	X		0	1	7	0	0	0	2000
	Act16		X	0	0	4	0	0	0	2014
	Act17	X		0	0	8	0	0	0	2005
TOTAL	19	12	7	62	50	104	3	23	4	
PNPC							0	6	3	

Fuente: Elaboración propia con datos de las universidades de la red.

Para el análisis se utilizó la Teoría de Grafos, siguiendo a Wasserman y Faust (2013), de acuerdo con los conceptos básicos de dicha teoría, se tiene que: La definición de un grafo consiste en un conjunto V , de vértices (o nodos) y un conjunto:

$$G = (v, e) \quad (1)$$

- E_1 de aristas (o arcos), tal que cada arista $e \in E$ se asocia con un par no ordenado de vértices.
- En un grafo no dirigido, e denota una arista única que asocia los vértices (no ordenados) "u" y "w", se escribe $e = (v, w)$ o $e = (w, v)$.

En este sentido, se dice que "e" es incidente sobre los nodos "u" y "w". Al mismo tiempo, se dice que "u" y "w" son incidentes sobre "e" y son vértices adyacentes.

La representación formal de un grafo se hace por integración de una matriz de adyacencia.

Para ello, se selecciona un orden de los vértices., se etiquetan los renglones y columnas de la matriz con los vértices ordenados.

Se tiene que cada elemento en esta matriz g_{ij} (renglón i y la columna j), con $i \neq j$, es el número de aristas incidentes en los vértices w_i y w_j .

A partir de los conceptos básicos de la Teoría de Grafos, se construyeron dos grafos no dirigidos que representan dos redes una para los CGC y otra para los CEIDE entre las IESPP del Estado de Hidalgo. El proceso consistió primeramente en definir los vértices o nodos. Después, definir las aristas que conectan a dos vértices y que representan un tipo de relación. Finalmente, el grafo resultante sirve para mostrar la estructura y el comportamiento del conjunto de relaciones entre los nodos (Hanneman, 2000).

Para este trabajo, el conjunto V de vértices consiste en 19 Instituciones de Educación Superior de Hidalgo:

$$V = \{w_1, w_2, \dots, w_{19}\} \quad (2)$$

Para la selección se tomó en cuenta los siguientes criterios:

Se eligió para este análisis a las Instituciones de Educación Superior porque son las generadoras de conocimiento y conocimiento nuevo, que es consumido por la propia comunidad académica, universidades, gobierno, sociedad civil organizada y las empresas.

Las 19 IESPP se seleccionaron por contar con RENIECYT, así como por su pertenencia a la SEPH, ya que esto posibilita la aplicación de política pública y se estudiaron a partir de sus convenios generales y de IDE que dan cuenta de la facilidad de coordinación entre entes gubernamentales, públicas y privadas.

El análisis cuantitativo se divide en nodos y aristas, que están definidas por las relaciones que se dan entre IESP en dos temas fundamentales: vínculos establecidos a través de convenios generales de colaboración y vínculos específicos a través de los CGC entre IESPP así como de los CEIDE. Asimismo, se va a hacer un comparativo de redes establecidas para el presente estudio en cuatro regiones y su grado de cohesión/fragmentación que existe entre las subredes (norte, sur, este y oeste), para encontrar el grado de centralidad regional (Sanz, 2003).

En este trabajo, se tomaron dos conjuntos de aristas E_1 , E_2 , los cuales representan dos tipos de relaciones de acuerdo con Colina (2005):

- E_1 representa la relación interinstitucional de las IESPP en forma de CGC entre ellas.
- E_2 representa una relación interinstitucional de las IESPP en forma de CEIDE que se han generado entre ellas.

Las gráficas que se formaron son:

- $G_1 = (V, E_1)$ representa la red de CGC entre las IESPP. Las relaciones son dos, si el nodo w_i tiene un convenio general con el nodo w_j el nodo w_i tiene un convenio general con w_j .
- $G_2 = (V, E_2)$ representa la red de CEIDE entre las IESPP. Las relaciones son dos, si el nodo w_i tiene un convenio de IDE con el nodo w_j el nodo w_i tiene un convenio de IDE con w_j .

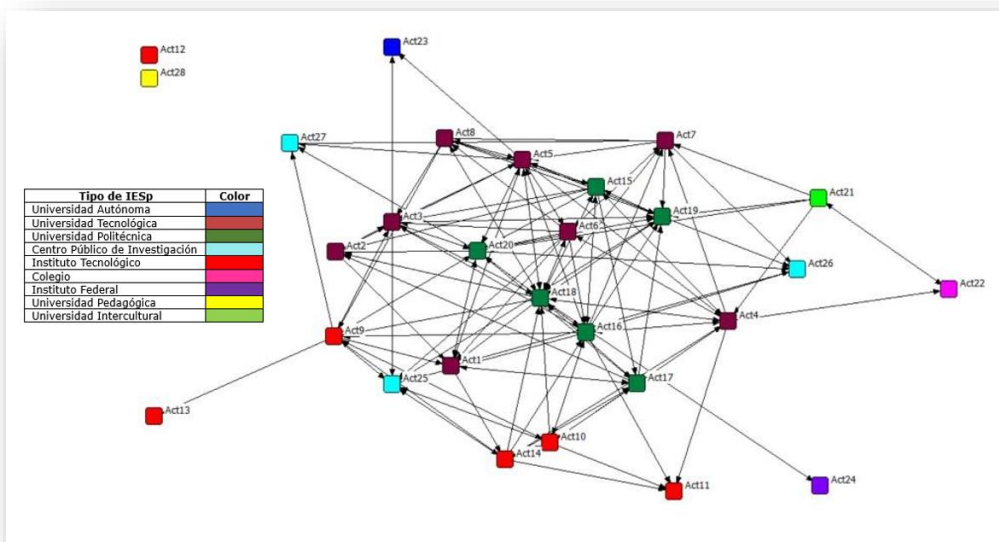
RESULTADOS

Origen y recolección de datos

Con el fin de recolectar la información necesaria para los dos grafos que representan las subredes se idearon dos pares de preguntas, esto debido a que se consideraron redes no dirigidas.

- ¿La IESP A (de nodo w_i) tiene un convenio general con las IESP E (de nodo w_j)? En sentido inverso, ¿la IESP B (de nodo w_j) tiene un convenio general con las IESPP A (de nodo w_i)?
- ¿La IESP A (de nodo w_i) tiene un convenio de CEIDE con las IESP E (de nodo w_j)? En sentido inverso, ¿la IESP B (de nodo w_j) tiene un convenio de CEIDE con las IESP A (de nodo w_i)?

Las relaciones respecto del conjunto de nodos V se basaron en la aplicación de cuestionarios en IESPP del estado de Hidalgo, como se muestra en el siguiente grafo:



Grafo 1. Red general de 28 nodos entre IESp y Centros Públicos de Investigación formada por el conjunto de relaciones de CGC interinstitucionales. Fuente: Elaboración propia.

Del grafo 1 sin entrar aún al análisis cuantitativo se observa la desarticulación de los actores 12 y 28, así mismo los actores 22, 23 siendo este último muy relevante en el comportamiento global de la red, de igual manera, los actores 13 y 24 aportan poco a la cohesión de la red.

Posteriormente de estos resultados previos en cuanto a CGC de IESp en Hidalgo, seseleccionaron las 19 IESp que pertenecen a la Secretaría de Educación Pública Subnacional, ya que por esta característica se facilita la co-creación en el diseño e instrumentación de la política pública de innovación de manera más directa en contextos locales.

A partir del proceso de análisis descrito, se obtuvieron los siguientes resultados de las 19 IESP analizadas:

- E1 corresponde a 140 relaciones del tipo CGC, de 342 posibles.
- E2 Corresponde a 12 relaciones del tipo convenio de CEIDE, de 342 posibles.

A partir de la recolección de datos, se procedió con la construcción de las matrices de adyacencia que tienen la siguiente forma (Aguilar, Martínez y Aguilar, 2017).

Como primer paso se ordenaron los vértices de manera consecutiva

$$V = \{w_1, w_2 \dots, w_{19}\} \tag{3}$$

Posteriormente, codificamos como 1 si hay una relación que forme un elemento de E1 o E2 y con 0 si no se confirmó una relación de alguno tipo.

Consecutivamente, se construyeron tres matrices de adyacencia, donde el elemento de cada matriz g_{ij} es el número de aristas que asocian a un par no ordenado (w_i, w_j) de vértices. Las matrices de adyacencia representan las gráficas

$$G_1 = (V, E_1), G = (V, E_2) \tag{4}$$

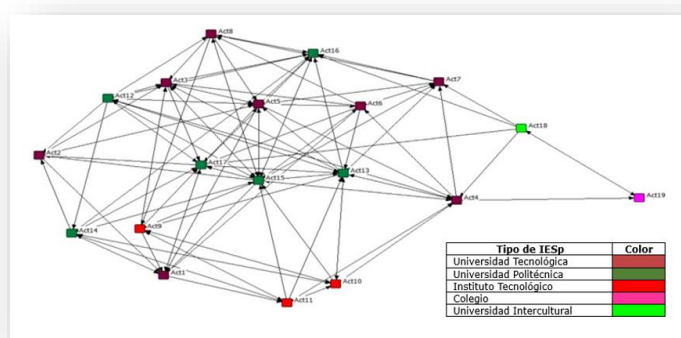
Tabla 2.

Matriz de adyacencia 19 IESp

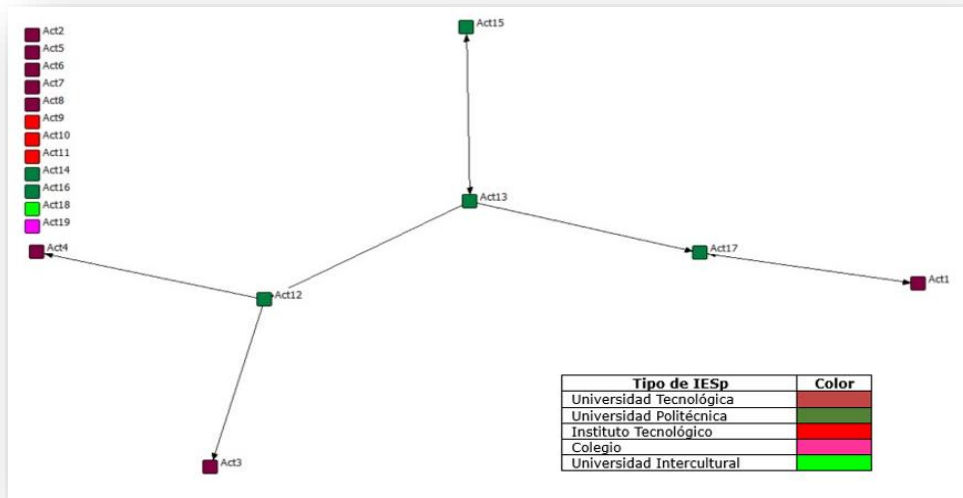
Vértice	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄	W ₅	W ₆	W ₇	W ₈	W ₉	W ₁₀	W ₁₁	W ₁₂	W ₁₃	W ₁₄	W ₁₅	W ₁₆	W ₁₇	W ₁₈	W ₁₉
W ₁	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
W ₂	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W ₃	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
W ₄	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1
W ₅	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
W ₆	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
W ₇	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
W ₈	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
W ₉	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
W ₁₀	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0
W ₁₁	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
W ₁₂	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
W ₁₃	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0
W ₁₄	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
W ₁₅	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0
W ₁₆	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
W ₁₇	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
W ₁₈	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
W ₁₉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Fuente: Elaboración propia.

Analizamos las redes con Ucinet V.6.726, Netdraw y Keyplayer2 (Trujillo, Mañas y González, 2010).



Grafo 2. Red de 19 IESp formada por el conjunto de relaciones CGC interinstitucionales.
Fuente: Elaboración propia.



Grafo 3. Red de 19 IESPP conformada por el conjunto de CEIDE interinstitucionales.

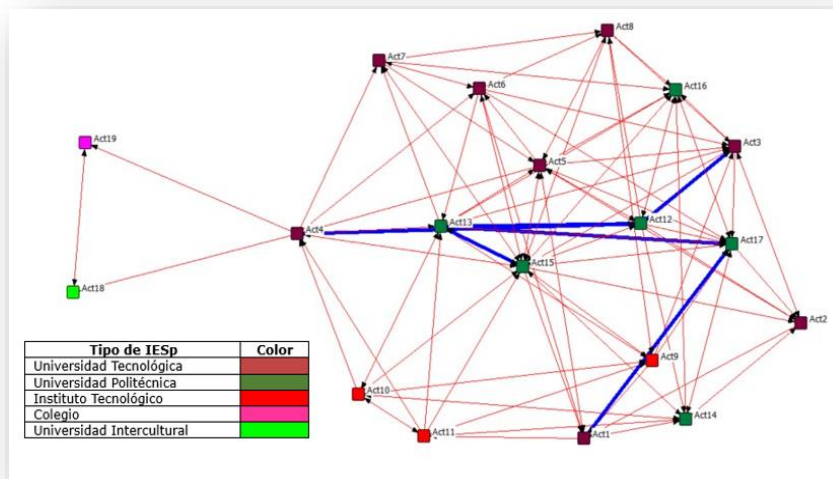
Fuente: Elaboración propia.

Análisis de redes de IESPP por CGC y de CEIDE

Como se puede apreciar en el grafo 2 las 19 IESPP tienen algún tipo de relación por CGC, a pesar de esto, se aprecia que son pocos vínculos entre ellas ya que, solo se registran 140 relaciones del tipo CGC, de 342 posibles. En el caso del grafo 3, se puede apreciar que el número de relaciones entre las 19 IESPP disminuye considerablemente, ya que únicamente 7 de ellas tienen algún tipo de relación por CEIDE, por lo que existen 12 relaciones del tipo convenio de CEIDE, de 342 posibles.

Para apreciar en un solo grafo ambos tipos de relaciones CGC y CEIDE, se graficó una red que

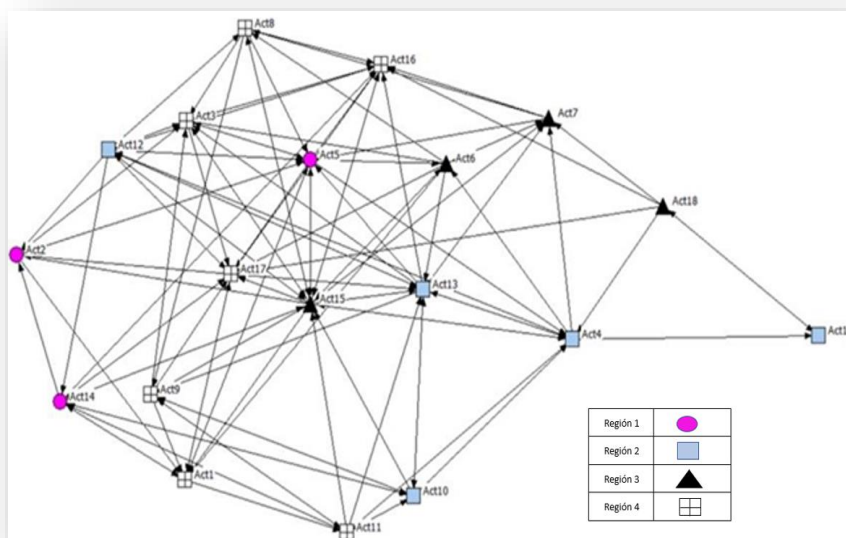
integra los dos tipos de relaciones analizadas. Esto es, integramos los dos tipos de aristas $E = E1 \cap E2$ Resultado una gráfica $F1 = (V, E)$ (Aguirre, 2014). Este grafo 4 concentra todos los convenios entre las IESPP, que a la vez permite ver que algunos pares de nodos tienen más de un tipo de relación, que en este caso son mayormente universidades politécnicas y universidades tecnológicas. Aquí puede observarse aristas de color rojo y azul, las cuales representan las aristas de CGC y de CEIDE respectivamente, también las líneas azules son más gruesas que permiten distinguir los convenios de IDE.



Grafo 4. Red de 19 IESP que consiste en la unión de los dos tipos de relaciones: CGC y CEIDE. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan una serie de grafos que permiten apreciar la distribución los convenios generales entre las IESP por región, además de su ubicación relativa en la red. La diferenciación de los nodos por atributos

regionales es debido a que la red se compone de cuatro tipos de relaciones: convenios entre IESP de la región 1, convenios entre IESP de la región 2, convenios entre IESP de la región 3 y convenios entre IESP de la región 4.



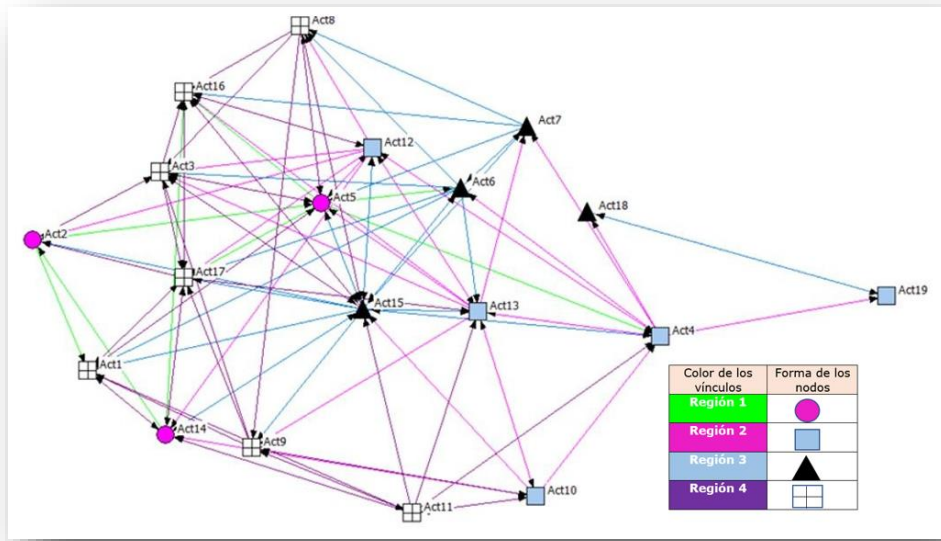
Grafo 5. Red de 19 IESP por convenios generales con atributos determinados por región. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en el grafo 5, las IESP de la región 1 están representadas por las cajas de color blanco; las IESP de la región 2 están representadas por los cuadrados de color azul;

las IESP de la región 3 están representadas por los triángulos de color negro; y las IESP de la región 4 están representadas por los círculos de color rosa, por actores su distribución se puede

apreciar en la tabla 1, dentro de sus dos primeras columnas. Para apreciar mejor los vínculos que tiene cada región y el grado de interacciones

regionales, se presenta el siguiente grafo que hace uso de vínculos con colores por región:



Grafo 6. Red de 19 IESP por convenios generales con atributos y vínculos determinados por región. Fuente: Elaboración propia.

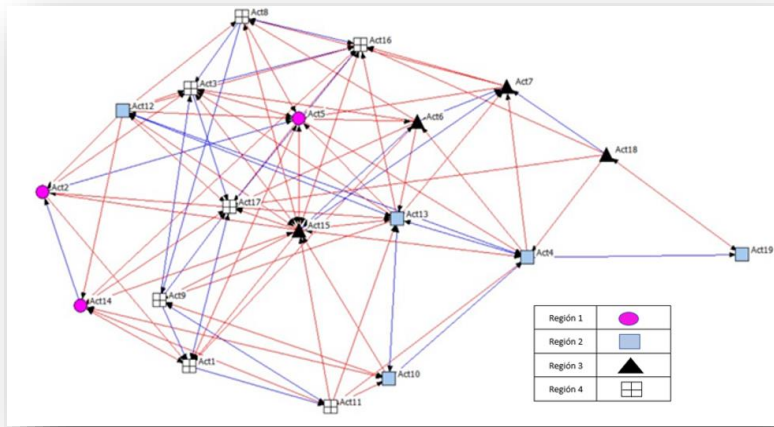
Tabla 3
Número de vínculos por región

Región 1	Región 2	Región 3	Región 4
18	34	26	33

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el Grafo 6 y la Tabla 3, la región con un mayor número de vínculos de CGC es la región 2 seguida de la región 4, mientras que la región 1 es la que registra un menor número de vínculos.

A continuación, se presenta un grafo que representa los vínculos intrarregionales e interregionales de CGC entre las 19 IESPp.



Grafo 7. Red de 19 IESP por convenios generales con vínculos intrarregionales en color azul e interregionales en color rojo. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en el grafo 7, las 19 IESPP establecen un mayor número de vínculos de forma interregional que intrarregional, lo que supone una desarticulación al interior de las cuatro regiones.

Centralidad de la red

Los indicadores de centralidad están muy relacionados con el poder social. El poder tiene naturaleza inherentemente relacional (Hanemann, 2001). Es decir, un individuo no tiene poder en sí mismo, si no que adquiere poder porque puede dominar a los demás. El poder es consecuencia de la estructura y comportamiento de relación. Se espera que, si una red es de baja densidad o está menos acoplada, se pueda ejercer una menor cantidad de poder; al contrario, la alta densidad de la red

implica que una gran cantidad de poder puede ejercerse (Vivas, 2001).

Los indicadores de centralidad son: centralidad de grados, de cercanía, de grado de intermediación, eigenvector de distancias geodésicas, centralidad de flujo y el índice de poder Bonacich.

Con estos indicadores se pretende analizar la posición de cada nodo respecto de la red y ver si su ubicación estructural puede ser ventajosa o desventajosa para los nodos.

Tabla 4. Indicadores de grado de centralidad de salida de CGC

Grados máximos	Promedio	Desviación estándar	Grado mínimo y máximo	Grado de centralidad	Medida de centralización de una gráfica Estrella Perfecta Freeman (intermediación)
1 Act15 2 Act12 3 Act13	6.053	2.892	1-14	Centralidad de salida 46.605% Centralidad de entrada 34.877%	18.34%
Indicadores de grado de centralidad de salida de CEIDE					
1 Act13 2 Act12 3 Act1	0.421	0.815	0-3	Centralidad de salida 15.123% Centralidad de entrada 9.259%	1.71%

Fuente: Elaboración propia.

Respecto de la distribución del grado de centralidad en la red de IESP por convenios generales, se tiene que, en promedio, los nodos tienen un grado de salida y de entrada igual a 6.053. Es decir, que los nodos tienen en promedio 6.05 vínculos, lo cual es relativamente bajo pues son 19 IESP.

Respecto de la distribución del grado de centralidad en la red de IESP por convenios de IDE, se tiene que, en promedio, los nodos tienen un grado de salida y de entrada igual a 0.421. Es decir, que los nodos tienen en promedio 0.42 vínculos, lo cual, también es muy bajo debido a que son 19 IESP.

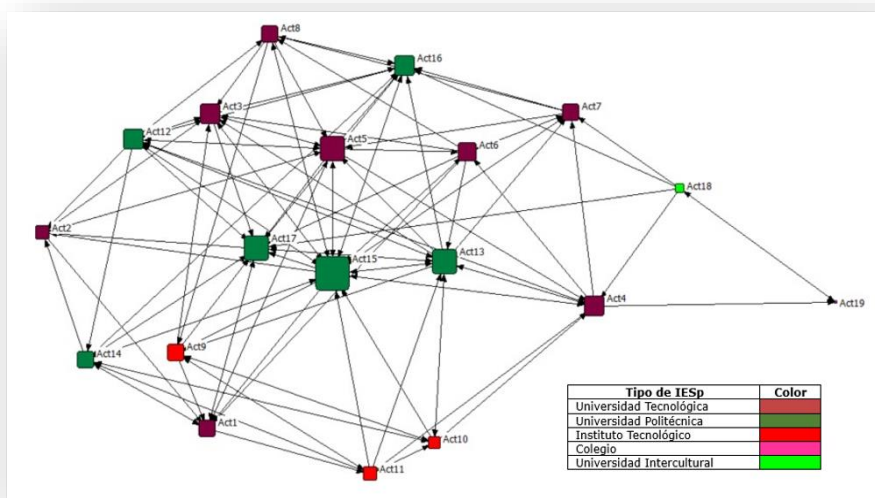
La desviación estándar indica qué tan heterogéneos u homogéneos son los nodos en lo que a posiciones estructurales de la red. Al considerar los coeficientes de 2.892 para centralidad de salida y entrada de la red por convenios generales, se tiene que hay homogeneidad en cuanto a la centralidad (posición estructural) de los nodos. Pues la mayoría de los nodos está contenida en un rango de centralidad de [1, 3] (Aguirre, 2011).

La desviación estándar indica qué tan heterogéneos u homogéneos son los nodos en lo

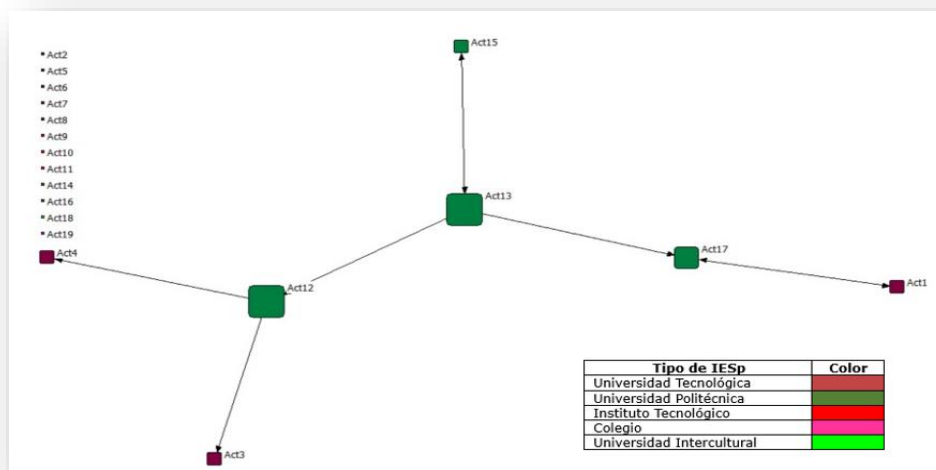
que a posiciones estructurales de la red se refiere. Al considerar los coeficientes de 0.815 para centralidad de salida y entrada de la red por convenios generales, se puede decir que hay homogeneidad en cuanto a la centralidad (posición estructural) de los nodos. Pues la mayoría de los nodos está contenida en un rango de centralidad de [0,1] (Aguirre, 2011).

El indicador de grado centralidad Freeman es una medida de centralidad relativa de la red en conjunto. Esta es una medida relativa de poder respecto a un poder absoluto. Es decir, mide la desviación de la centralidad que se observa en la estructura de la red, respecto de la centralidad que se tendría en una estructura de "estrella perfecta". En una estrella, un solo nodo se sitúa en el centro y es adyacente con los demás nodos, y concentra todo el poder. Considerando este porcentaje se llega a la conclusión que hay una cantidad de centralización baja en ambas redes, que es aún mayor en la red de IESP por convenios de IDE (Colina, 2005).

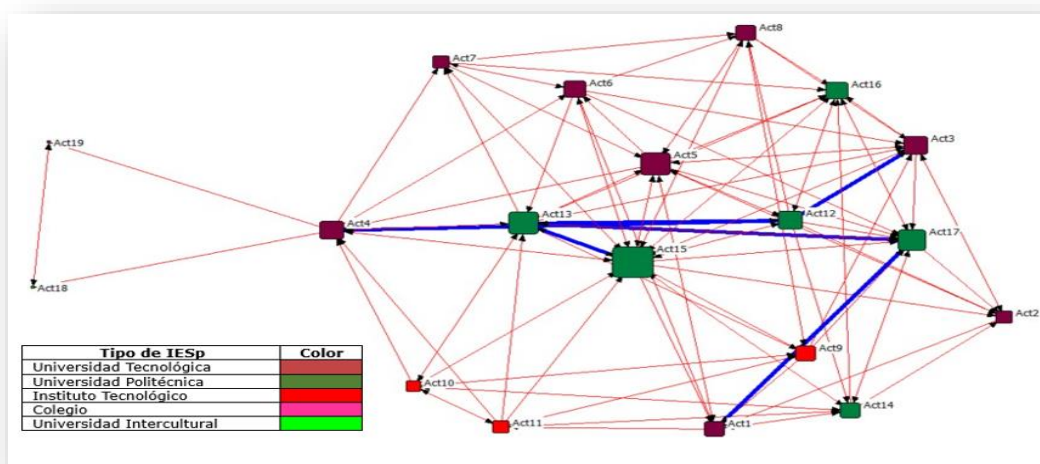
A continuación, se muestran los siguientes grafos que permiten visualizar los resultados de los mencionados indicadores de centralidad.



Grafo 8. Red de 19 IESP de acuerdo con su tipo de institución por convenios generales con grados de centralidad. Fuente: elaboración propia.



Grafo 9. Red de 19 IESp de acuerdo con su tipo de institución por convenios de IDE con grados de centralidad. Fuente: elaboración propia.



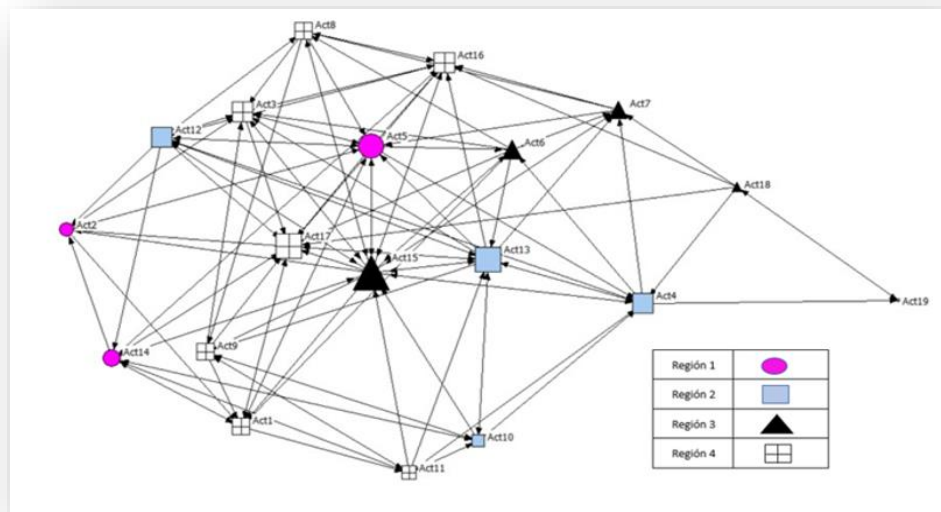
Grafo 10. Red de IESp total con grados de centralidad que consiste en la unión de los dos tipos de relaciones: CGC y CEIDE. Fuente: Elaboración propia.

Los grafos 8 y 9 permiten observar que los nodos más centrales de la red de 19 IESp en cuanto a convenios de CGC y de CEIDE son universidades politécnicas, mientras que el grafo 10 muestra que esta tendencia sigue en cuanto al tipo de institución que establece el mayor número de vínculos en ambos tipos de convenios, en él pueden observarse aristas de color rojo y azul.

Estas últimas representan las aristas de CEIDE.

ANÁLISIS REGIONAL

Para fines del análisis se dividió al Estado de Hidalgo en IV regiones que conforman el Sistema Estatal de Innovación de la entidad como se muestra a continuación en el mapa 1 antes mostrado.



Grafo 11. Red de 19 IESP por convenios generales con atributos determinados por región, con grados descentralidad. Fuente: Elaboración propia.

El grafo 11 permite apreciar los actores principales de cada región. Por tanto, en cuanto a la pertenencia regional de la red de IESP por

convenios generales en la región 1 el nodo central es el actor 5, de la región 2 es el actor 13, de la región 3 el actor principal es actor 15, y de la región cuatro el principal es actor 17.

Tabla 5.
Red IESp por convenios generales

Tipo de indicador	Nivel	Coficiente
Nodos y tamaño de la red	Red	Numero de nodos k=19
Numero de vínculos	Red	115
Densidad	Red	0.336 (33.6%)
Numero de componentes	Red	1
Diámetro	Red	4

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los datos obtenidos la red de IESP por convenios generales cuenta con 19 nodos y 115 vínculos, asimismo tiene una densidad de 33.6% que implica que las IESP no tienen tanta cohesión, mientras que el número de componentes es 1, es decir, tiene un nodo

que está aislado de los demás, y su diámetro es 4, que viene a ser la máxima distancia existente entre dos nodos en toda la red, lo que significa que está dispersa.

Tabla 6.
Red de IESP por convenios de IDE

Tipo de indicador	Nivel	Coficiente
Nodos y tamaño de la red	Red	Número de nodos k=19
Número de vínculos	Red	8
Densidad	Red	0.026 (2.6%)
Número de componentes	Red	16
Diámetro	Red	3

Fuente: Elaboración propia.

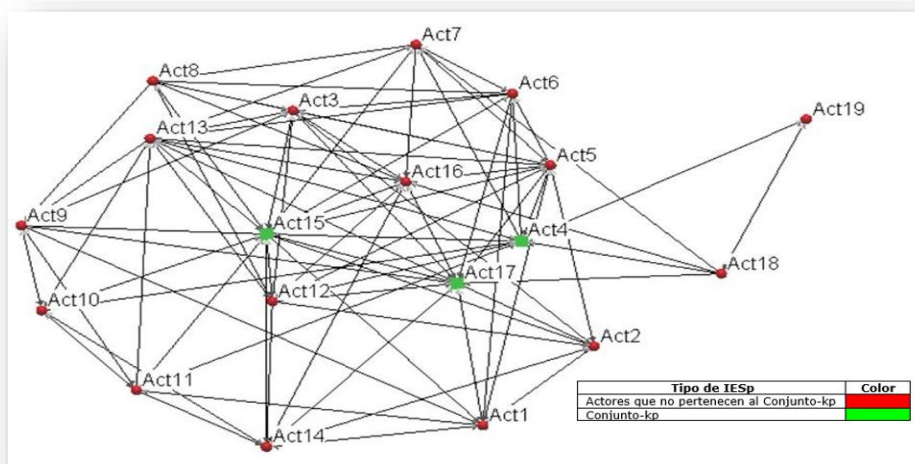
En el caso de la red de IESPP por convenio de IDE, ésta tiene 19 nodos y únicamente 8 vínculos, lo que implica que muy pocas IESPP se vinculan entre sí, asimismo tiene una densidad de 2.6% que implica que las IESPP tienen escasa cohesión, lo que se ve reiterado por el número de componentes de la red que es 16, es decir, tiene 16 nodos que están aislados de los demás, y tiene una distancia máxima entre dos nodos en toda la red de 3, lo que significa que los nodos están muy dispersos y casi no se vinculan.

Selección de IESPP clave por convenios

Se utilizó el software KeyPlayer2 Aguilera, et. al (2017) con el fin de encontrar un conjunto de nodos, llamados conjunto kp, de tamaño k, con dos posibilidades (Borgatti, 2002) primero, si se remueve el conjunto-kp, resultaría en una red con la menor cohesión posible. Esto es que la red se fragmenta; segundo, un conjunto kp son unos nodos que están conectados al máximo número de otros nodos (Espejel, 2014).

La primera posibilidad se utiliza para seleccionar a aquellas IESP que son las más importantes en el estado de Hidalgo en cuanto a convenios generales. El resultado fue el siguiente.

La lista de nodos que tendrían el mayor nivel de fragmentación de la red son los siguientes:

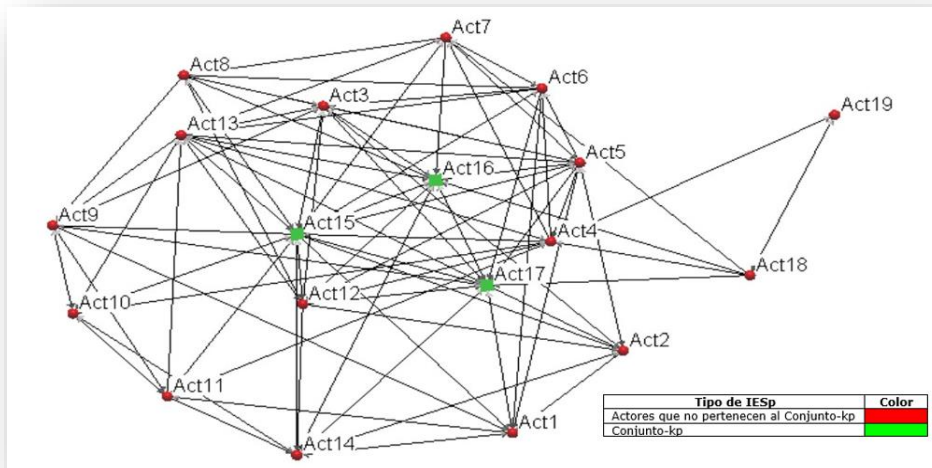


Grafo 12. Conjunto-kp seleccionado en el procedimiento KPP-Neg en KeyPlayer 2. Fuente: Elaboración propia.

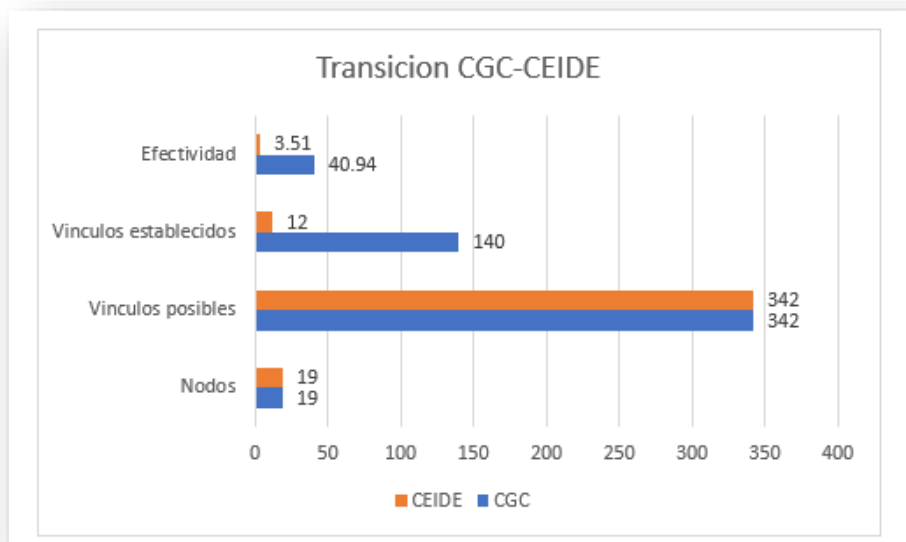
En el grafo 12 se resaltan las IESP que después de ser removidas, tienen un efecto máximo en el cambio de la fragmentación, por lo cual se genera una condición final que es una red sin cohesión. Por lo que las IESP clave en la generación de convenios generales en el estado de Hidalgo son: Act4, Act15, Act17, las cuales son una universidad tecnológica y dos universidades politécnicas, por lo que son a quienes se tiene que dirigir la política pública. En la segunda posibilidad se tiene el conjunto-kp positivo (KPP-Pos). En este caso, se puede hablar de una medida de alcance de la red, que involucra la conexión que los actores del conjunto-kp tienen con los demás actores restantes de la red. Para esto existen dos procedimientos: "Harvest" para encontrar a aquellos actores más referidos por las IESP en los convenios generales, puesto que su cálculo

para impulsar el establecimiento de convenios entre las IESP en Hidalgo, mismos que implican relaciones que pueden llevar a procesos de Investigación y Desarrollo Experimental. Esto es muy importante, ya que permite identificar a los actores susceptibles de actuar en la interfaz entre las diferentes redes regionales, en la medida en que son ellos los que ejercerán la función estratégica de integración de la red (Fuenmayor, 2017).

está basado en los grados de entrada; el procedimiento "Diffuse" sirve para encontrar a aquellos actores que establecen varias conexiones para la búsqueda y acceso a información y conocimiento, el cálculo toma en cuenta los grados de salida. Los resultados se presentan a continuación:



Grafo 13. Conjunto-*kp* positivo seleccionado, procedimiento "Harvest", en *KeyPlayer 2*. Fuente: Elaboración propia.



Grafo 15. Cohesion, centralidad, efectividad (poco tiempo de iniciar los convenios de CEIDE).

En el grafo 14 los actores clave por ser quienes establecen el mayor número de convenios generales con otras IESP son: Act4, Act12, Act13, las cuales son una universidad tecnológica y dos universidades politécnicas, es decir, son las tres IESP que buscan establecer el mayor número de convenios generales con otras IESP en el estado de Hidalgo.

Por su parte en el grafo 15, se presenta el grado de Cohesion, centralidad, efectividad (poco tiempo de iniciar los convenios de CEIDE). Lo cual, muestra que solo se han establecido 140 (40.94%), en cuanto a convenios específicos de investigación y desarrollo experimental solo se

dan 12 vínculos (3.51%), de igual manera, se identificó a las universidades Politécnicas como la institución por la que tiene que empezar la aplicación de una la política que impulse la generación de convenios y vínculos interinstitucionales de diversa índole para el diseño de la política pública subnacional de innovación que permiten fortalecer la investigación colaborativa y la suma de recursos y capacidades interinstitucionales.

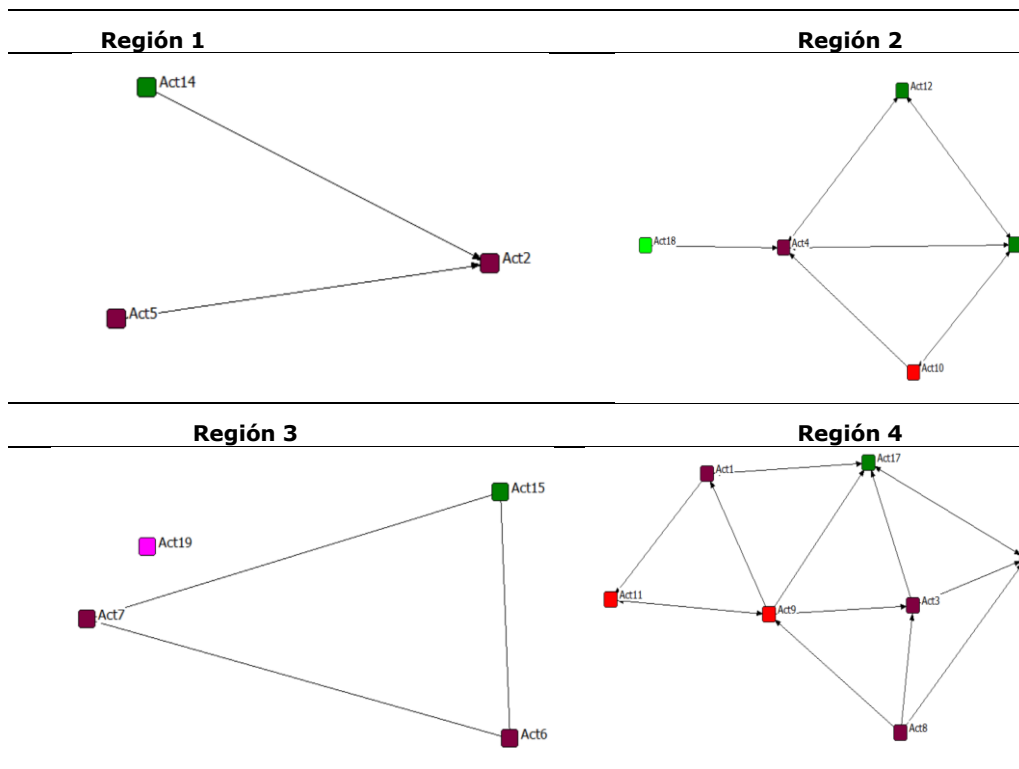
DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Análisis de redes regionales por convenios generales (28 nodos)

En el análisis de regiones se consideraron tanto las IESP adscritas a la SEPH como las que no están dentro de cada región por tipo de institución, esto porque permite la generación de política pública. A continuación, se muestran los grafos de cada región (Zurbriggen, 2011).

Tabla 7.

Redes de IESP por convenios generales de las cuatro regiones del estado de Hidalgo



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.

Indicadores de cohesión de la red de IESP por convenios generales

Indicador	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4
Número de nodos	3	5	4	7
Vínculos	3	10	6	15
Diámetro	2	3	1	5
Grado medio	0.500	1.500	0.769	2.143
Densidad	0.500	0.500	0.500	0.357
Porcentaje de nodos aislados (componentes)	2	2	2	8
Porcentaje de nodos en el componente principal	0.500	0.625	1.500	0.667
Distancia geodésica media	1.250	1.438	1	1.972

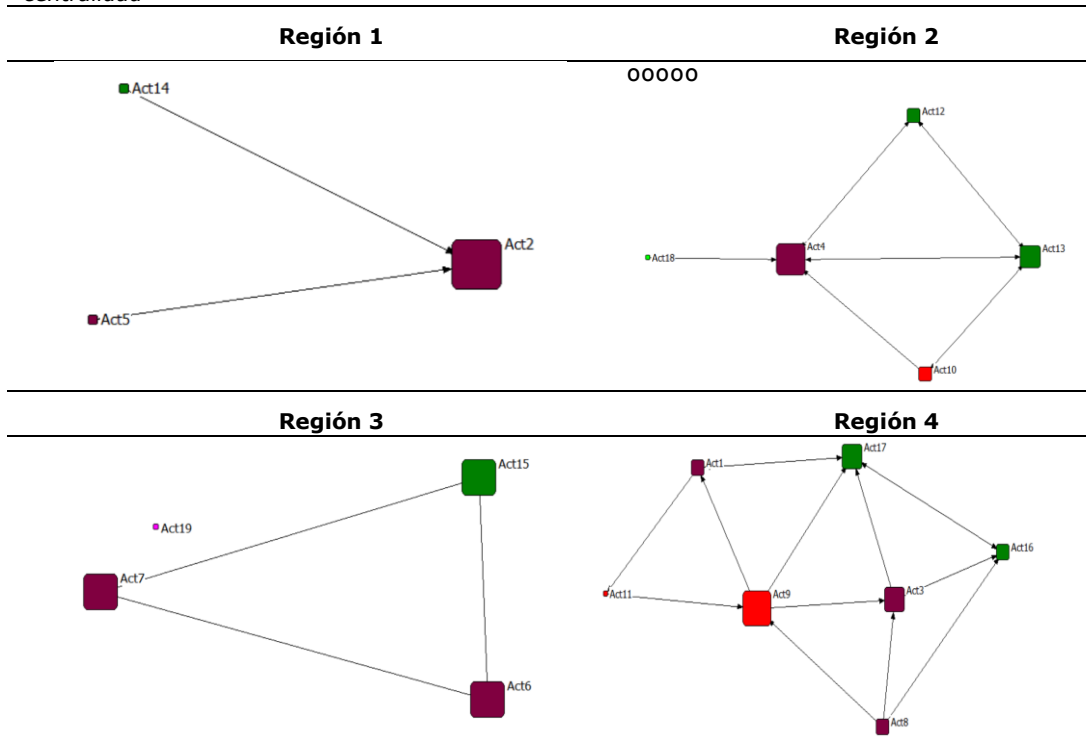
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los indicadores de cohesión de las redes regionales, de acuerdo con la tabla 6, el número de nodos de las cuatro regiones analizadas, la más grande es la región 4 y la más pequeña es la región uno con 7 y 3 nodos cada una. En cuanto al número de vínculos, la más grande es la región 4 y la más pequeña es la región 1 con 15 y 3 vínculos respectivamente. Sin embargo, la región 4 es la que tiene la distancia más larga entre cada nodo con 5 nodos entre todos, asimismo, la región 4 es la que tiene el mayor número de nodos aislados con 8.

En cuanto a la cantidad de relaciones en entre los nodos del grupo, la región 3 es la que tiene una mayor cantidad con 1.5 y la que registra una menor cantidad de relaciones es la región 1 con 0.5 relaciones. En este sentido la región en la que las IESP se esfuerzan más para colaborar entre ellas es la región 4, seguida por la región 2, sin embargo, dicho esfuerzo es muy pequeño en todos los casos, mientras que de acuerdo con su densidad las regiones 1, 2 y 3 tienen mayor cohesión y la región 4 es la menos cohesionada.

Tabla 9.

Redes de IESP por convenios generales de las cuatro regiones del estado de Hidalgo con grados de centralidad



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10.

Indicadores de centralidad de la red de IESP por convenios generales.

Indicador	Región 1		Región 2		Región 3		Región 4	
Indicador de centralidad de intermediación (%)	50.00		21.88		0.00		16.85	
Centralidad de grado (%)	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
	0.7500	0.0000	0.6250	0.3125	0.3333	0.3333	0.3611	0.3611
Grado de intermediación	Actor	Valor	Actor	Valor	Actor	Valor	Actor	Valor
	Act2	1.00	Act4	3.50	Act6	0.00	Act9	9.33
	Act5	0.00	Act13	3.50	Act7	0.00	Act17	9.00
	Act14	0.00	Act12	0.00	Act15	0.00	Act1	8.00
			Act10	0.00	Act19	0.00	Act11	7.00
			Act18	0.00			Act3	1.33
							Act16	0.33
							Act8	0.00
Cercanía de grado medio	Actor	Rango	Actor	Rango	Actor	Rango	Actor	Rango
	Act2	100-50.0	Act4	100-44.4	Act6	6.0-50.0	Act17	75.0-33.0
	Act5	66.6-50.0	Act13	80.0-50.0	Act7	6.0-50.0	Act16	60.0-27.2
	Act14	3.33-6.66	Act12	66.6-44.4	Act15	6.0-50.0	Act1	60.0-37.5
			Act10	50.0-44.4	Act19	6.0-50.0	Act11	50.0-35.2
			Act18	20.0-50.0			Act9	40.0-46.1
							Act3	37.5-33.3
							Act8	14.2-66.6
Poder Bonacich	Actor	Valor	Actor	Valor	Actor	Valor	Actor	Valor
	Act2	1500.269	Act4	3026.200	Act6	2000.026	Act17	4476.108
	Act5	1499.769	Act13	3025.503	Act7	2000.026	Act1	3198.103
	Act14	0.000	Act12	2627.376	Act15	2000.026	Act16	2861.031
			Act10	1313.537	Act19	0	Act11	2499.250
			Act18	-0.000			Act9	1368.667
							Act3	750.429
							Act8	750.429
Puntos de corte	Actor	Valor	Actor	Valor	Actor	Valor	Actor	Valor
	Act2	1.00	Act4	0.00	Act6	1.00	Act9	1.00
	Act5	1.00	Act13	0.00	Act7	1.00	Act17	0.00
	Act4	0.00	Act12	0.00	Act15	0.00	Act1	0.00
			Act10	0.00	Act19	0.00	Act16	0.00
			Act18	0.00			Act11	0.00
							Act9	0.00
							Act3	0.00
						Act8	0.00	

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 8, en el supuesto de que un actor puede o no ser central, lo cual refleja su importancia y una red puede o no estar centralizada, implicando funcionamiento global, los indicadores de centralidad de las redes regionales muestran que la región 1 tiene la mayor centralidad de entrada con 75%, en cambio la región 4 tiene la mayor centralidad de salida con 36%, lo que significa que las IESP de mayor influencia en Hidalgo en cuanto a convenios, se ubican en ambas regiones. La región que tiene el actor que intermedia una mayor cantidad de veces entre los actores de la red es la región 1 con un índice de 50%, mientras que la que tiene el índice más bajo es la región 3 con 0%, esto significa que la región 1 es la región con el actor que tiene la más alta probabilidad de estar involucrado en los caminos de otros. Asimismo, las regiones en las que los nodos tienen más poder sobre los demás para el establecimiento de convenios son las regiones 2 y 4. Por último, la región 1 y 2 son en las que una mayor cantidad de instituciones de educación superior actúan como intermediarias entre grupos desconectados.

CONCLUSIONES

El análisis de redes sociales es una alternativa para el diseño colaborativo de políticas públicas de CTI, debido a que su aplicación permite detectar fallos de redes, en este caso, en temas de cohesión y grado de centralidad de los actores que integran la comunidad académica, así como la consecuente implementación de acciones de política para corregirlas. En el presente artículo se pudo apreciar que uno de los actores principales del SI subnacional del estado de Hidalgo, como lo es la comunidad académica, se encuentra muy desvinculado en cuanto al indicador de convenios generales de colaboración, siendo en el ámbito regional aún más fuerte la desarticulación, en cuanto a convenios de IDE, se aprecia aún más compleja la situación por lo que si se quiere transitar a fortalecer el uso eficiente de recursos y capacidades regionales y por consecuencia el fortalecimiento del SI subnacional se tendrán que implementar estrategias que fomenten la investigación colaborativa orientadas al fortalecimiento de la innovación social y la ciencia abierta, bajo este contexto se comprueba la hipótesis planteada de que existe una articulación débil del sistema subnacional de innovación en cuanto a la comunidad académica y por consecuencia poca utilización del conocimiento generado al interior de esta comunidad.

Aunado a ello, se encontró que las universidades Politécnicas son el tipo de institución por el que tiene que empezar la aplicación de una política que impulse la generación de convenios y vínculos interinstitucionales de diversa índole en Hidalgo, para impulsar su desarrollo económico sustentable. Asimismo, evidenció la necesidad de la generación de una política por regiones, para el impulso de vínculos interinstitucionales, debido a las asimetrías que existen en cada una de ellas. Esto tomando en consideración el poder de los nodos más centrales, que principalmente son Universidades Politécnicas, para aprovecharlo como detonador de una política pública que promueva el desarrollo regional.

En este contexto, la co-creación de políticas públicas desde la comunidad académica y sus actores más relevantes de acuerdo con los grados de centralidad y cohesión, así como de la identificación de actores claves en la red mediante el conjunto KP, se propone la creación de consorcios regionales en temas en los cuales las IESP fueron creadas, tal es el caso de agrobiotecnología, metal mecánica y mecatrónica, aeroespacial, óptica mecatrónica.

Por otra parte, es fundamental la incorporación de actores en temas de ciencias sociales los cuales no son representativos en el ecosistema por la desarticulación encontrada en el análisis pero que sin embargo resultan muy relevantes en temas de investigación y formación de capital humano de manera específica en desarrollo social, económico, sustentabilidad complementando líneas de investigación con áreas del conocimiento de ciencias duras.

Asimismo, los resultados de este artículo muestran que es necesaria la generación de políticas públicas regionales y estatales de CTI orientadas a impulsar las relaciones interinstitucionales entre las IESP en Hidalgo, que promuevan la generación de conocimiento útil para crear, el desarrollo, adopción y transferencia de tecnología, así como el conocimiento científico y la innovación, todo ello al costo más bajo posible y con amplios resultados en términos de desempeño y beneficios para las instituciones, la sociedad, el sector empresarial y el gobierno.

REFERENCIAS

Adam, S. & Kriesi, H. (2007). El enfoque de redes, en "Teorías del proceso de las políticas públicas", Westview Press, Argentina.

Aguilar Gallegos, N., Martínez González, E. G. & Aguilar Ávila, J. (2017). Análisis de redes sociales: Conceptos clave y cálculo de indicadores.

- Aguirre, J. L. (2011).** *Introducción al análisis de redes sociales*. Documentos de Trabajo del Centro Interdisciplinario para el Estudio de Políticas Públicas, 82(2), 1-59.
- Aguirre, J. L. (2014).** Actores, relaciones y estructuras: introducción al análisis de redes sociales.
- Appio, F. P., Lima, M. & Paroutis, S. (2019).** Understanding Smart Cities: Innovation ecosystems, technological advancements, and societal challenges. *Technological Forecasting and Social Change*, 142, 1-14.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.12.018>
- Betancur, X. M. & Murcia, J. A. (2019).** El Análisis de Redes Sociales –ARS – como recurso metodológico para el estudio formal de redes de políticas públicas //The Analysis of Social Networks – SNA – as a methodological resource for the formal study of public policy networks. *Espacio Abierto*, 28(3), 109-127.<https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/espacio/article/view/29417>
- Borgatti, S.P., Everett, M.G. & Freeman, L.C. (2002).** *Ucinet 6 for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard, MA: Analytic TechnolgiesSp.
- Borgatti, S.P., Everett, M.G. & Johnson, J.C. (2013).** *Analyzing Social Networks*. Sage Publications.
- Börzel, T. (1997).** What's so special about policy networks? An exploration of the concept and its usefulness in studying European governance. *European Integration online Papers (EIoP)*, 1(16).
- Carayannis, E. G., Goletsis, Y. & Grigoroudis, E. (2018).** Composite innovation metrics: MCDA and the Quadruple Innovation Helix framework. *Technological Forecasting and Social Change*, 131, 4-17.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.03.008>
- Casas, R., Corona, J. M. & Rivera, R. (2014).** Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina: entre la competitividad y la inclusión social. *Perspectivas Latinoamericanas en el Estudios Social de la Ciencia, la Tecnología y el Conocimiento*. México: Siglo XXI, 1-22.
- Colina, C. L. (2005).** Bases socio-metodológicas para el Análisis de Redes Sociales, ARS. *EMPIRIA. Revista de Metodología de las Ciencias Sociales*, (10), 9- 35.
- Cooke, P. (s.f.).** Transversalidad y territorio: sobre la futura dinámica del conocimiento, la innovación y el crecimiento regionales.
- Corona, J. M. (2012).** Políticas de CTI: instrumentos y métodos. Nota Editorial, *Ide@S CONCYTEG*, 7 (80), pp. 167-168, ISSN: 2007-2716.
- Diercks, G., Larsen, H., & Steward, F. (2019).** Transformative innovation policy: Addressing variety in an emerging policy paradigm. *Research Policy*, 48(4), 880-894.
- Diercks, G., Larsen, H., & Steward, F. (2019).** Transformative innovation policy: Addressing variety in an emerging policy paradigm. *Research Policy*, 48(4), 880-894.
- Dutrénit, G. (2019).** La construcción de políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación, *Ciencia*, abril-junio de 2019, volumen 70 número 2.
- Dutrénit, G., & Natera, J. M. (Eds.). (2017).** *Procesos de diálogo para la formulación de políticas de CTI en América Latina y España*. LALICS.
- Edquist, C., & Lundvall, B. A. (1993).** Comparing the Danish and Swedish systems of innovation. *National innovation systems: A comparative analysis*, 265-298.
- Espejel-García, A., Cuevas-Reyes, V., Muñoz-Rodríguez, M., Barrera-Rodríguez, A., Cervantes-Escoto, F., & Sosa-Montes, M. (2014).** Sistema Regional de Innovación y Desarrollo Rural Territorial; pequeños productos de leche del valle del Mezquital, Estado de Hidalgo, México. *Spanish Journal of Rural Development*, 5.
- Estado de Hidalgo. (2007).** *Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Hidalgo*. Ley publicada en alcance al Periódico Oficial del Estado, el 31 de diciembre de 2007.
- Etzkowitz, H., Webster, A., Gebhardt, C., & 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.
- Fernández-Sastre, J., & Montalvo-Quizhpi, F. (2019).** The effect of developing countries' innovation policies on firms' decisions to investing R&D. *Technological Forecasting and Social Change*, 143, 214-223.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.02.006>
- Fuenmayor, J. (2017).** Actores en las decisiones públicas: aportes desde el enfoque de análisis de políticas. *Económicas CUC*, 38(2), 43-60.
DOI:<http://dx.doi.org/10.17981/econcuc.38.2.2017.04>
- Hanneman, R. A. (2000).** Introducción a los métodos del análisis de redes sociales. *Redes*.

Hernández, G. (1999). El análisis de las políticas públicas: una disciplina incipiente en Colombia. *Revista de estudios sociales*, (4), 80-91.

Ibarra-Gómez, D. (2020). Redes de política pública en la política colombiana de envejecimiento humano y vejez en el municipio de Yarumal, Antioquia: Análisis de las relaciones intergubernamentales e intersectoriales. *Fórum. Revista Departamentode Ciencia Política*, 17, 94-125.
<https://doi.org/10.15446/frdcp.n17.80856>

Jaime, F. M. et.al. (2013). Introducción al análisis de políticas, 1ª ed. Florencio Varela: Universidad Nacional Arturo Jauretche.

Johnson, B., & Lundvall, B. (1992). Closing the institutional gap? *Revue d'économie industrielle*, 59(1), 111-123.

Kern, F., Rogge, K. S., & Howlett, M. (2019). Policy mixes for sustainability transitions: New approaches and insights through bridging innovation and policy studies. *Research Policy*, 48(10), 103832.

Klijn, E. H. (1998). Redes de políticas públicas: una visión general. *Managing Complex Networks*, 18.

Kuz, A., Falco, M., & Giandini, R. (2016). Análisis de redes sociales: un caso práctico. *Computación y sistemas*, 20(1), 89-106.

Leckel, A., Veilleux, S., & Dana, L. P. (2020). Local Open Innovation: A means for public policy to increase collaboration for innovation in SMEs. *Technological Forecasting and Social Change*, 153, 119891.

<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119891>

Lundvall, B. A. (1992). National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. Pinter Publishers.

Lundvall, B. A. (2007). National innovation systems—analytical concept and development tool. *Industry and innovation*, 14(1), 95-119.

Lundvall, B. A., & Johnson, B. (1994). Sistemas nacionales de innovación y aprendizaje institucional. *Comercio exterior*, 44(8), 695-704.

Min, S., Kim, J., & Sawng, Y. W. (2020). The effect of innovation network size and public R&D investment on regional innovation

efficiency. *Technological Forecasting and Social Change*, 155, 119998.

Molina, J. L. (2001). *El análisis de redes sociales*. Barcelona: Bellaterra.

Muñoz, R. A. T., & Verd, J. M. (2019). La tipología de las redes de política pública de regulación del Servicio Público de Comunicaciones en Colombia 1847-2018. *Redes. Revista hispana para el análisis de redes sociales*, 30(2), 144-166.
<https://doi.org/10.5565/rev/redes.839>

Parsons, W. (2007). *Políticas públicas Una introducción a la teoría y la práctica del análisis de políticas públicas*. México: FLACSO.

Pfotenhauer, S. M., Juhl, J., & Aarden, E. (2019). Challenging the "deficit model" of innovation: Framing policy issues under the innovation imperative. *Research Policy*, 48(4), 895-904.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.10.015>

Sabatier, P. (2010). *Teorías del proceso de las políticas públicas*. Buenos Aires: Jefatura de Gabinete de Ministros, Presidencia de la Nación Argentina.

Sánchez, M. L. A., & Zapata, Á. R. P. (2014). ANÁLISIS DEL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN DE MÉXICO: UN ENFOQUE DE ENTORNOS.

Sanz Menéndez, L. (2003). Análisis de redes sociales: o cómo representar las estructuras sociales subyacentes.

Schot, J., & Steinmueller, W. E. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. *Research policy*, 47(9), 1554-1567.

Shan, D. (2017). Research of the construction of regional innovation capability evaluation system: based on indicator analysis of hangzhou and ningbo. *Procedia engineering*, 174, 1244-1251.

Sleuwaegen, L. & Boiardi, P. (2014). Creativity and regional innovation: Evidence from EU regions. *Research Policy*, 43(9), 1508-1522.

Soete, L. (2019). Science, technology and innovation studies at a crossroad: SPRU as case study. *Research Policy*, 48(4), 849-857.

Stojčić, N., Srhoj, S., & Coad, A. (2020). Innovation procurement as capability-building: Evaluating innovation policies in eight Central

and Eastern European countries. *European Economic Review*, 121, 103330.

<https://doi.org/10.1016/j.eurocorev.2019.103330>

Su, Y.-S., & Wu, F.-S. (2015). Regional systems of biotechnology innovation—The case of Taiwan. *Technological Forecasting and Social Change*, 100, 96-106

Trujillo, H. M., Mañas, F. M., & González-Cabrera, J. (2010). Evaluación de la potencia explicativa de los grafos de redes sociales clandestinas con Ucinet y NetDraw. *Universitas Psychologica*, 9(1), 67-78.

Uyarra, E., Zabala-Iturriagoitia, J. M., Flanagan, K., & Magro, E. (2020). Public procurement, innovation and industrial policy: Rationales, roles, capabilities and implementation. *Research Policy*, 49(1).

Van Aswegen, M., & Retief, F. P. (2020). The role of innovation and knowledge networks as a policy mechanism towards more resilient peripheral regions. *Land Use Policy*, 90.

Vivas, J. R. (2001). Análisis de redes sociales y procesos de influencia en la toma de decisión grupal. *Interdisciplinaria*, 18(1), 87-113.

Yang, P., & Fan, L. (2019). China's

organization and governance of innovation—A policy foresight perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 146, 304-319.

Wanzenböck, I., & Frenken, K. (2020). The subsidiarity principle in innovation policy for societal challenges. *Global Transitions*, 2, 51-59.

Wasserman, S., & Faust, K. (2013). Análisis de redes sociales. Métodos y aplicaciones (Vol. 10). CIS-Centro de Investigaciones Sociológicas.

Zurbriggen, C. (2011). La utilidad del análisis de redes de políticas públicas. *Argumentos (México, DF)*, 24(66), 181-209.

Remitido: 24-10-2022

Corregido: 11-04-2023

Aceptado: 07-07-2023



@ Los autores