



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

DOCTORADO EN POLÍTICAS PÚBLICAS

TESIS

**EL SISTEMA ESTATAL DE INNOVACIÓN CREADO POR 19  
INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR PÚBLICA,  
DESDE EL ANÁLISIS DE REDES, BASE PARA EL DISEÑO  
DE LA POLÍTICA PÚBLICA EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E  
INNOVACIÓN DE HIDALGO**

**Para obtener el grado de**

**Doctor en Políticas Públicas**

**PRESENTA**

Alejandro Ordaz Teissier

**Director**

Dr. Cesar Abelardo González Ramírez

**Comité tutorial**

Dr. Cristopher Antonio Muñoz Ibáñez

Dr. Guillermo Eduardo Lizama Carrasco

Pachuca de Soto, Hidalgo, mayo de 2024

Acta de revisión

## **Agradecimientos**

Este trabajo de tesis, para obtener el grado académico de doctor, ha requerido de esfuerzo y, sobre todo, del apoyo de muchos actores que mediante su colaboración me han permitido concluir una meta más en mi vida.

Mis más sinceros agradecimientos a mis padres (†) y hermanos, por darme su fortaleza para continuar con los trabajos en tiempos difíciles del presente proyecto.

Mi especial agradecimiento y reconocimiento a la Lic. Dayra Jasive Avendaño Jiménez, por su acompañamiento y apoyo incondicional para concluir con el presente trabajo de investigación.

A mis hijos Alejandro Ordaz Islas, Diana Itzel Ordaz Islas, quienes me han dado muestras de cariño y de alientos para continuar superándome como profesionista, y a mi nieto Dylan Alejandro Ordaz Pérez, quien a su corta edad me ha demostrado que las cosas se pueden hacer y luchar por ellas.

Mi agradecimiento también al Dr. Cesar Abelardo González Ramírez, por haber aceptado dirigir mi trabajo de investigación, por enseñarme puntos estratégicos durante el proceso, durante la escritura, revisión, y aceptación del artículo científico, y sobre todo, por la gran calidad como investigador y ser humano.

Mi agradecimiento y amistad a mis lectores de tesis, Dr. Cristopher Antonio Muñoz Ibáñez y al Dr. Guillermo Lizama Carrasco, por su apoyo incondicional y aportaciones precisas en los seminarios, artículo y trabajo de tesis.

Finalmente, mi profundo agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, que mediante la construcción, diseño y articulación de un programa para la formación de especialistas en la gestión estratégica de políticas del desarrollo, con clave HGO-2016-02-01-274884 del Fondo Mixto Gobierno del Estado-CONACYT, he culminado una meta más.

**El Sistema Estatal de Innovación Creado por 19 Instituciones de Educación Superior  
Pública, desde el Análisis de Redes, Base para el Diseño de la Política Pública en  
Ciencia, Tecnología e Innovación de Hidalgo**

**Sumario**

Introducción

Capítulo 1. Marco teórico

Capítulo 2. Marco contextual

Capítulo 3. Metodología

Capítulo 4. Sistema de innovación

Capítulo 5. Análisis de resultados

Capítulo 6. Conclusiones y Recomendaciones

Referencias

Anexos

# Contenido

<b>Resumen:</b> .....	11
<b>Abstract:</b> .....	11
<b>Introducción</b> .....	12
Protocolo de investigación .....	13
<i>Planteamiento del problema</i> .....	13
<i>Justificación</i> .....	18
<i>Hipótesis</i> .....	19
<i>Pregunta general de investigación</i> .....	20
<i>Objetivo general</i> .....	20
<i>Objetivos específicos</i> .....	20
<i>Metodología</i> .....	20
<i>Descripción del contenido de la tesis</i> .....	24
<b>Capítulo I. Marco teórico</b> .....	25
1.1 Marco teórico .....	25
1.2 Estado del arte .....	29
1.3 Marco normativo .....	39
<i>1.3.1 Constitución Política del Estado de Hidalgo</i> .....	39
<i>1.3.2 Ley Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación</i> .....	40
<b>Capítulo II. Marco contextual</b> .....	42
2.1 México en el mundo .....	42
2.2 Ámbito estatal .....	46
<b>Capítulo III. Metodología</b> .....	54
3.1 Cualitativa .....	57
3.2 Etapa cuantitativa .....	59

<b>Capítulo IV. Sistema de innovación</b> .....	64
4.1 Sistema de innovación .....	64
4.1.1 <i>Ámbito global</i> .....	64
4.1.2 <i>Sistema regional de innovación</i> .....	71
4.2 Políticas públicas de ciencia tecnología e innovación .....	73
4.2.1 <i>Antecedentes internacionales</i> .....	73
4.2.2 <i>Comunidades de CTI</i> .....	78
4.2.3 <i>Conceptualizaciones de Política Pública de Ciencia Tecnología e Innovación</i> .....	80
4.2.4 <i>Políticas públicas</i> .....	81
4.2.5 <i>Clasificación de política pública por su orientación temporal</i> .....	82
4.2.6 <i>Política pública en ciencia, tecnología e innovación</i> .....	82
4.2.7 <i>Perspectivas teóricas de la PCTI</i> .....	82
4.2.8 <i>PCTI en México y América Latina</i> .....	85
4.3 Análisis de redes .....	88
4.3.1 <i>Análisis de redes y PCTI</i> .....	88
4.3.2 <i>Metodología de análisis de redes</i> .....	90
4.4 El Sistema Estatal .....	93
<b>Capítulo V. Análisis de resultados</b> .....	99
5.1 Análisis de resultados .....	99
5.1.1 <i>Análisis de red de 19 IESp</i> .....	99
5.1.2 <i>Centralidad de la red de 19 IESp</i> .....	104
5.1.3 <i>Análisis regional</i> .....	107
5.1.4 <i>Análisis de redes regionales por convenios generales (28 nodos)</i> .....	109
5.1.5 <i>Análisis del Sistema Estatal de Innovación</i> .....	114

5.1.6 <i>Indicadores de la red</i> .....	123
5.1.7 <i>Análisis del SEI por grafos regionales</i> .....	126
5.1.8 <i>Análisis de indicadores de redes regionales</i> .....	134
<b>Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	140
<b>Referencias</b> .....	143
<b>A N E X O S</b> .....	150
<b>Anexo 1</b> .....	151
Cuestionario aplicado a universidades (específicamente al sistema estatal de innovación) .....	151
<b>Anexo 2</b> .....	160
Evidencia estadística de UCINET .....	160
<b>Anexo 3</b> .....	174
Artículo publicado en la Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales (2024) .....	174

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Capacidad de innovación México .....	45
<b>Tabla 2.</b> Competitividad Estatal por entidad colindante .....	46
<b>Tabla 3.</b> IES con oferta académica de posgrados en el PNPC .....	48
<b>Tabla 4.</b> Parque industrial de Hidalgo .....	52
<b>Tabla 5.</b> Perspectivas teóricas de la PPCTI .....	84
<b>Tabla 6.</b> Indicadores del análisis de redes .....	92
<b>Tabla 7.</b> Características de las universidades de la red por región.....	95
<b>Tabla 8.</b> Matriz de adyacencia 19 IESp .....	97
<b>Tabla 9.</b> Actores por región .....	102
<b>Tabla 10.</b> Numero de vínculos por región .....	103
<b>Tabla 11.</b> Indicadores de grado de centralidad de salida de CGC.....	104
<b>Tabla 12.</b> Red IESp por convenios generales .....	108
<b>Tabla 13.</b> Red de IESp por convenios de IDE .....	109
<b>Tabla 14.</b> Redes de IESp por convenios generales de las cuatro regiones del estado de Hidalgo .....	110
<b>Tabla 15.</b> Indicadores de cohesión de la red de IESp por convenios generales .....	110
<b>Tabla 16.</b> Redes de IESp por convenios generales de las cuatro regiones del estado de Hidalgo con grados de centralidad .....	112
<b>Tabla 17.</b> Indicadores de centralidad de la red de IESp por convenios generales .....	113
<b>Tabla 18.</b> Tipos de actores en la red por color .....	118
<b>Tabla 19.</b> Indicadores de cohesión de la red.....	123
<b>Tabla 20.</b> Indicadores de centralidad.....	124
<b>Tabla 21.</b> Indicadores de cohesión de las redes regionales.....	134
<b>Tabla 22.</b> Indicadores de centralidad de las redes regionales .....	135
<b>Tabla 23.</b> Sistema estatal de innovación por comunidad.....	136



## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Integración económica a través del Tratado de Libre Comercio.....	43
<b>Figura 2.</b> Índices de competitividad, innovación y talento en América Latina .....	44
<b>Figura 3.</b> Hidalgo competitividad estatal .....	46
<b>Figura 4.</b> Oferta académica por región.....	47
<b>Figura 5.</b> Distribución geográfica de las IESp .....	47
<b>Figura 6.</b> Investigadores SNI por región.....	48
<b>Figura 7.</b> Distribución regiones de Hidalgo .....	49
<b>Figura 8.</b> Establecimientos comerciales de Hidalgo .....	51
<b>Figura 9.</b> Área de especialización inteligente de Hidalgo .....	53
<b>Figura 10.</b> Representación del ecosistema estatal de innovación.....	57
<b>Figura 11.</b> Muestra de aplicación de cuestionarios en IESp a actores del ecosistema.....	58
<b>Figura 12.</b> Reunión con actores estratégicos del ecosistema estatal de innovación .....	59
<b>Figura 13.</b> Regiones del Sistema Estatal de Innovación .....	94
<b>Figura 14:</b> Grafo 1. Red general de 28 IESp y Centros Públicos de Investigación formada por el conjunto de relaciones de CGC interinstitucionales de la que se seleccionaron las 19 IESp analizadas en este estudio .....	96
<b>Figura 15.</b> Grafo 2. Red de 19 IESp formada por el conjunto de relaciones CGC interinstitucionales. Los colores de los nodos representan lo siguiente: guinda (UT), verde (UP), rojo (IT), rosa mexicano (Col) y verde limón (UI) .....	99
<b>Figura 16.</b> Grafo 3. Red de 19 IESp conformada por el conjunto de CEIDE interinstitucionales. Los colores de los nodos representan lo siguiente: guinda (UT), verde (UP), rojo (IT), rosa mexicano (Colegios) y verde limón (UI) .....	100
<b>Figura 17.</b> Grafo 4. Red de 19 IESp que consiste en la unión de los dos tipos de relaciones: CGC y CEIDE. ....	101
<b>Figura 18.</b> Grafo 5. Red de 19 IESp por convenios generales con atributos determinados por región. ....	101
<b>Figura 19.</b> Grafo 6. Red de 19 IESp por convenios generales con atributos y vínculos determinados por región. ....	102
<b>Figura 20.</b> Grafo 7. Red de 19 IESp por convenios generales con vínculos intrarregionales en color azul e interregionales en color rojo. ....	103
<b>Figura 21.</b> Grafo 8. Red de 19 IESp de acuerdo con su tipo de institución por convenios generales con grados de centralidad. ....	106
<b>Figura 22.</b> Grafo 9. Red de 19 IESp de acuerdo con su tipo de institución por convenios de IDE con grados de centralidad.....	106
<b>Figura 23.</b> Grafo 10. Red de IESp total con grados de centralidad que consiste en la unión de los dos tipos de relaciones: CGC y CEIDE. ....	107
<b>Figura 24.</b> Grafo 11. Red de 19 IESp por convenios generales con atributos determinados por región, con grados de centralidad .....	108
<b>Figura 25.</b> Grafo 12. Sistema estatal de innovación articulado por 19 IESp (rosa claro) por comunidades, rosa: IES, negro: empresas, rojo: gobierno, azul: sociedad y verde: otros .....	115
<b>Figura 26.</b> Grafo 13. Sistema estatal de innovación articulado por 19 IESp (rosa claro) por comunidades, rosa: IES, negro: empresas, rojo: gobierno, azul: sociedad y verde: otros, con grados de centralidad de grado.....	116

<b>Figura 27.</b> Grafo 14. Sistema estatal de innovación articulado por 19 IESp (632 actores) .....	117
<b>Figura 28.</b> Grafo 15. Sistema estatal de innovación articulado por 19 IESp (632 actores) con grados de centralidad de grado .....	119
<b>Figura 29.</b> Grafo 16. Conjunto-kp seleccionado en el procedimiento KPP-Neg en KeyPlayer 2 .....	120
<b>Figura 30.</b> Grafo 17. Conjunto-kp positivo seleccionado, procedimiento “Harvest”, en KeyPlayer 2 .....	121
<b>Figura 31.</b> Grafo 18. Conjunto-kp positivo seleccionado (dos nodos), procedimiento “Diffuse”, realizado en KeyPlayer 2.....	122
<b>Figura 32.</b> Grafo 19. Región 1 del Sistema Estatal de Innovación articulado por 19 IESp (color anaranjado) por comunidades, rosa: IES, negro: empresas, rojo: gobierno, guinda: gobierno, azul: sociedad y verde: otros .....	126
<b>Figura 33.</b> Grafo 20. Región 1 del Sistema Estatal de Innovación articulado por 19 IESp (color anaranjado) por comunidades, rosa: IES, negro: empresas, rojo: gobierno, azul: sociedad y verde: otros, con centralidad de grado.....	127
<b>Figura 34.</b> Grafo 21. Región 2 del Sistema Estatal de Innovación articulado por 19 IESp (color anaranjado) por comunidades, rosa: IES, negro: empresas, rojo: gobierno, azul: sociedad y verde: otros .....	128
<b>Figura 35.</b> Grafo 22. Región 2 del Sistema Estatal de Innovación articulado por 19 IESp (color anaranjado) por comunidades, rosa: IES, negro: empresas, rojo: gobierno, azul: sociedad y verde: otros, con centralidad de grado .....	129
<b>Figura 36.</b> Grafo 23. Región 3 del Sistema Estatal de Innovación articulado por 19 IESp (color anaranjado) por comunidades, rosa: IES, negro: empresas, rojo: gobierno, guinda: gobierno, azul: sociedad y verde: otros .....	130
<b>Figura 37.</b> Grafo 24. Región 3 del Sistema Estatal de Innovación articulado por 19 IESp (color anaranjado) por comunidades, rosa: IES, negro: empresas, rojo: gobierno, guinda: gobierno, azul: sociedad y verde: otros, con centralidad de grado .....	131
<b>Figura 38.</b> Grafo 25. Región 4 del Sistema Estatal de Innovación articulado por 19 IESp (color anaranjado) por comunidades, rosa: IES, negro: empresas, rojo: gobierno, azul: sociedad y verde: otros .....	132
<b>Figura 39.</b> Grafo 26. Región 4 del Sistema Estatal de Innovación articulado por 19 IESp (color anaranjado) por comunidades, rosa: IES, negro: empresas, rojo: gobierno, azul: sociedad y verde: otros, con centralidad de grado .....	133
<b>Figura 40.</b> Sistema Estatal de Innovación por comunidad .....	137
<b>Figura 41.</b> Mapa de IESp a nivel nacional .....	137
<b>Figura 42.</b> Mapa de IESp a nivel internacional.....	138
<b>Figura 43.</b> Mapa de IESp nivel municipal .....	138
<b>Figura 44.</b> Esquema de un grafo simple.....	139
<b>Figura 45.</b> Grafo 27. Representación global del ecosistema del Sistema Estatal de Innovación articulado.....	139

## **Resumen:**

En el presente trabajo de investigación, se realiza una descripción general del Sistema Estatal de Innovación, *generado* por 19 Instituciones de Educación Superior públicas (IESp), en su contexto regional-estatal-nacional-internacional. El objetivo consiste en entender el contexto actual de la ciencia, tecnología e innovación, así como el grado de integración de sus recursos y capacidades y su interarticulación dinámica de las comunidades involucradas del sistema. Lo anterior en torno a las áreas estratégicas y emergentes en la entidad y la transición hacia esquemas de innovación social, con la finalidad de proponer un diseño de políticas públicas en la materia, construido con la participación bidireccional de los principales actores del sistema en el ámbito estatal, regional y *municipal* del sistema de innovación, lo que permitirá definir instrumentos, estrategias y acciones concretas de política al interior de los sistemas de innovación. Esto con la finalidad de contar con elementos de planeación a mediano y largo plazo que incidan en el desarrollo de la entidad.

**Palabras clave:** Sistema Estatal de Innovación, Sistema Regional de Innovación, análisis de redes sociales, diseño de políticas públicas, actores estratégicos del sistema

## **Abstract:**

In this research a general description of the State Innovation System, generated by 19 public Higher Education Institutions (IESp), is made in its regional-state-national-international context, with the purpose of understanding the current context of science, technology and innovation, the correlation of its resources and capabilities and its dynamic interarticulation of the communities involved in the system, the above around the strategic and emerging areas in the entity and the transition towards social innovation schemes, with the purpose of proposing a design of public policies on the matter, built with the bidirectional participation of the main actors of the system at the state, regional and municipal levels of the innovation system, which will allow defining instruments, strategies and concrete policy actions within of innovation systems in order to have medium and long-term planning elements that affect the development of the entity.

**Keywords:** State innovation system, regional innovation system, social network analysis, public policy design, strategic actors of the system

## **Introducción**

Hoy en día, en el contexto mundial, la innovación es considerada un eje transversal y esencial en el desarrollo de las naciones, misma que incide directamente en mayores beneficios económicos, sociales, medioambientales y gubernamentales. La innovación actúa como impulsora en la generación de nuevo conocimiento, en donde los países han construido cierto grado de ventajas competitivas en combinación de ciertas ventajas comparativas y han desarrollado recursos y capacidades en torno a sus áreas estratégicas, es así que, en la medida que una nación fortalezca y consolide su sistema de innovación, este se convierte en un indicador del potencial de competitividad, productividad y crecimiento (Su y Wu, 2015). En este mismo sentido, ambos autores añaden que vivimos en un mundo globalizado, con un incremento en el comercio y en los flujos de capital en el cual la innovación juega un papel fundamental (Su y Wu, 2015).

El desarrollo de un sistema estatal, regional y municipal de innovación debe tener la visión de ser evolutivo y hacer énfasis en el proceso de aprendizaje y colaboración sin dejar de lado la competencia natural que se da entre empresas (Cooke et al., 1997). Por otra parte, a nivel mundial se ha reconocido un importante aumento de la actividad de innovación en forma de aglomeraciones locales o regionales durante las últimas décadas, aquí se destaca la importancia de fortalecer, de ser el caso, la articulación del Sistema Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación que permita la integración de actores de este sistema, definidos en la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Hidalgo (LECTIH) desde una perspectiva en torno a las áreas estratégicas de la entidad y de manera específica de las áreas estratégicas regionales y municipales que integran el Estado.

Storper (1992) refiere que la especialización regional sobre ciertos productos y procesos de producción se ha incrementado cada vez más en todo el mundo. En este contexto, el presente trabajo de investigación tiene la finalidad de medir y analizar el grado de articulación de la red de actores que integran el Sistema Estatal de Innovación, mediante la vinculación estratégica de 19 Instituciones de Educación Superior públicas (IESp), incorporadas a la Secretaría de Educación Pública de Hidalgo (SEPH), centros públicos de investigación, organizaciones de la sociedad civil, empresas y el sector gubernamental, actores definidos en la LECTIH. Dutrénit se refiere a esta integración como la comunidad académica, empresarial, sociedad y gobierno, mientras que otros autores acuñan el concepto

de la tetra hélice (Carayannis, Goletsis, y Grigoroudis, 2018). Lo anterior tiene como objetivo diseñar políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación de manera colaborativa mediante la confluencia de actores clave por área estratégica, con visión hacia el futuro, utilizando de manera óptima los recursos escasos asignados a estas políticas, y que permitan obtener mejores resultados en el mediano y largo plazo. De igual manera se hará una comparación del grado de cohesión de los subsistemas en el ámbito regional que den cuenta de las actividades de integración de este sistema estatal, regional y municipal de innovación.

Al tomar como base los fundamentos legales de la Ley Estatal de Ciencia y Tecnología, el Programa Especial de Ciencia Tecnología e Innovación (PECITI), los planes municipales de desarrollo y la Ley de Planeación del Estado de Hidalgo, además de tomar como referencia las políticas públicas desarrolladas en otros países (UE-AL), se elaborará, de manera particular, un diagnóstico que permita dar cuenta del estado del arte del sistema estatal de innovación. De igual manera, se determinarán los recursos y capacidades en la entidad y los recursos y capacidades externos necesarios para acelerar el proceso de desarrollo local. Finalmente se busca ubicar (determinar) los actores principales que pueden incidir en el diseño de política pública con enfoque colaborativo.

## **Protocolo de investigación**

### ***Planteamiento del problema***

¿Qué efectos tiene el grado de articulación/desarticulación del sistema estatal de innovación, generado por 19 IESp, en el diseño de las políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación del estado de Hidalgo?

A nivel mundial, la política pública de ciencia, tecnología e innovación ha sido diseñada para influir de manera importante en el nivel competitivo de las naciones. En términos generales, los países que más invierten en este rubro con respecto al Producto Interno Bruto (PIB) son los más desarrollados. Se parte de la premisa de que los sistemas nacionales de innovación de estos países cuentan ya, por una parte, con un grado determinado de articulación; y por otra, participan en la construcción de las políticas públicas, así las comunidades involucradas alcanzan los resultados con un alto porcentaje.

De manera reciente, en América Latina se ha incrementado la cooperación interinstitucional en el diseño de las políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación entre los integrantes de los sistemas estatales de innovación en cada país.

En el caso de México, el diseño de políticas públicas en ciencia tecnología e innovación se asocian de manera oficial con la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en 1970 (Dutrénit, 1986). En 2002, mientras que en el país se aprobó la Ley de Ciencia y Tecnología, en el estado de Hidalgo se creó el Consejo de Ciencia y Tecnología de Hidalgo (COCYTEH). Posteriormente, en 2005, se aprobó la Ley Estatal de Ciencia y Tecnología, misma que se actualizó en 2013. Asimismo, se cuenta con un Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI) y un organismo que ejecuta la política estatal, mientras que el sistema estatal de innovación tiene una participación teórica, pero no dinámica en intercambio de bienes y servicios de ciencia tecnología e innovación y en la generación estratégica de instrumentos que impacten en el desarrollo estatal.

De acuerdo con Casas (2016), los beneficios de la innovación tecnológica no se han repartido de forma equitativa en la sociedad. Por lo que ha aparecido la concepción de innovación inclusiva, esta tiene sustento en varias dimensiones analíticas que toman en consideración el aprendizaje social, la gobernanza, los objetivos sociales, los recursos disponibles y las limitaciones de los agentes, para identificar problemas y necesidades que promuevan su empoderamiento mediante la aplicación de conocimiento y la interacción social. Para ello, ciencia, tecnología e innovación cobran un papel relevante que favorece la inclusión social, ya que el conocimiento es indispensable para el desarrollo económico y social, por lo que es necesario estimular procesos interactivos de aprendizaje y la vinculación entre los diversos agentes que participan en el proceso. Sin embargo, el crecimiento económico en países en desarrollo no ha sido acompañado de progreso, sino del incremento de la desigualdad, ya que se desarrollan instrumentos por y para las elites.

Es por ello que existen grandes asimetrías en la apropiación de los beneficios de la innovación. En el caso de México prevalecen amplias brechas sociales y no se ha dado el impulso necesario a la Ciencia Tecnología e Innovación (CTI). Adicional a ello, no se ha estimulado la creación de capacidades en los agentes y no se realizan decididamente innovaciones destinadas a promover el bienestar social directamente, sino, más bien por medio de externalidades de innovaciones económicas. Asimismo, bajo el modelo de

desarrollo actual, dominado por la desregulación, se ha reforzado la concentración de la producción en unos cuantos agentes que han basado su competitividad en innovación no tecnológica, por lo que no se ha incidido en la mejora de la distribución del ingreso. Además de que es escasa la vinculación entre los agentes universidad-empresa, lo cual inhibe el aprendizaje de estas, lo que se refleja en una baja capacidad de innovación en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) (Casas et al., 2014).

Aunado a ello, aún predomina el enfoque lineal, ya que la élite académica continúa con el dominio de la elaboración de políticas de CTI. Por lo que es difícil realizar una combinación de instrumentos que generen incentivos y que consideren oferta y demanda de conocimiento, ya que a su vez existe una desarticulación entre ambas, lo que refuerza aún más dicho enfoque lineal. Esto se une al hecho de que las entidades que tienen más altos grados de pobreza son las que reciben menor cantidad de recursos para la realización de CTI. Por ello, se debe pugnar por esquemas que estimulen el desarrollo de capacidades productivas y tecnológicas, para garantizar la satisfacción de necesidades de la sociedad, así como el estímulo de la innovación dentro del sistema que funcione a través de una gobernanza con todos los agentes involucrados. Esto contribuirá a una toma de decisiones más equitativa, que dé lugar a instrumentos más efectivos en la coordinación y aprendizaje de los agentes y que, a su vez, estos puedan responder a demandas sociales (ibídem).

En este sentido, partimos de la concepción de un sistema estatal de innovación incipiente y con cierto grado de desarticulación, donde el intercambio de bienes y servicios de ciencia, tecnología e innovación no ha tenido el impacto esperado ni tampoco muestra reflejo en el desarrollo estatal. Asimismo, se percibe poca colaboración, tanto de manera formal e informal, por lo que un paso fundamental consiste en medir la cohesión y centralidad de una red que sirva de elemento integrador, de aquí la importancia de impulsar el diseño colaborativo de las políticas públicas de ciencia, tecnología e innovación. Así, las interacciones se convierten en la estrategia de política y tienden a transformarse en los incentivos para fortalecer la colaboración de la red con dos objetivos paralelos: el desarrollo económico y la innovación social, a través de la suma de recursos y capacidades de cada comunidad que integra el sistema. También resulta interesante destacar, que generalmente nuestras políticas públicas son copiadas de otros países con contextos y niveles de desarrollo diferentes al nuestro (Canto, Irurzun, y Larrea, 2017).

En el ámbito estatal, las políticas públicas deben diseñarse desde la perspectiva conceptual que se comparta como sistema estatal de innovación y estar enmarcadas en la geografía estatal, delineadas por un territorio y problemas comunes. De manera que, las acciones de política pública, así como sus instrumentos, deben impulsar el desarrollo del estado, a través de generación de conocimiento con impacto en la competitividad estatal y la innovación social, traducido esto en mejores niveles de bienestar para la población.

En el ámbito municipal (como microsistema de innovación), la complejidad de impulsar un sistema de innovación se incrementa por varios factores, uno de ellos es la ausencia del tema en la mayoría de los planes municipales de desarrollo y en las comisiones de ciencia, tecnología e innovación en los ayuntamientos, esto aunado a periodos de gobierno municipal cortos, como responsables del desarrollo municipal y de generar las políticas públicas locales mediante la integración e interrelación de los sistemas municipales de innovación a través de la creación y consumo de conocimiento local. Asimismo, integrar a las empresas que consuman conocimiento local dentro de sus procesos productivos y realizar la transferencia tecnológica del conocimiento libre que permita incrementar la productividad de las empresas en contextos locales, sin dejar de lado la participación de la sociedad a través de la apropiación social del conocimiento. Los resultados de las investigaciones deberán difundirse ampliamente para que la población esté informada del conocimiento que se genera en el ámbito local, y así aplicarlo en su vida cotidiana; de igual manera, se establece una estrategia bidireccional en la que todos los actores del sistema estén enlazados en la definición de las políticas públicas, así como en la solución de problemas locales en los consensos de presupuestos y proyectos prioritarios y en la temporalidad de los mismos. En la actualidad, en los 84 municipios de la entidad, los bandos de política y buen gobierno no contemplan el tema de ciencia y tecnología e innovación lo suficiente para permitir la mejora de bienestar en la población y promover municipios más competitivos.

La importancia del enfoque sistémico para la elaboración de políticas de CTI es remarcada por diversos autores, debido a que les permite tener un mayor impacto en la corrección de inercias en el actuar de los agentes, fomentando su interacción y coordinación. Sin embargo, en México, este enfoque está en desarrollo y coexiste con instrumentos orientados por el enfoque de fallas de mercado y de corte neoclásico, por lo que actualmente la política de CTI no tiene el impacto esperado. Ello aunado al hecho de que no se le otorga



la preponderancia que debería debido a cuestiones culturales y no existe un marco institucional adecuado para su fomento, el cual a su vez impide la combinación de instrumentos.

Basado en lo mostrado en la revisión de la literatura, el diseño, aplicación y evaluación de la política pública depende del grado de desarrollo del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), que en México no tiene el grado de coordinación necesario para fomentar efectivamente el aprendizaje de los agentes que lo conforman. Además de que habitualmente los instrumentos tienen un interés endogámico que se mantiene solo para las elites y el énfasis no está en el desarrollo de la CTI, lo que provoca que se mantenga en el plano discursivo. Esto ocasiona que no se logren corregir las fallas sistémicas ni estimular el desarrollo de capacidades en los agentes, por medio del aprendizaje ni de correctivos de sus inercias, al promover instrumentos de corto alcance, orientados principalmente a agentes que ya están consolidados (Casas et al. 2014).

De acuerdo con las consideraciones de diversos autores expertos en el tema, se requiere conformar una gobernanza que estimule una mejor práctica de la CTI, así como un desarrollo de instrumentos inclusivo, que en verdad pugne por el desarrollo económico y no favorezca únicamente a intereses particulares. Esto implicaría, a su vez, transformaciones estructurales e institucionales, que provoquen cambios en la visión de los tomadores de decisiones, lo que motivaría a que se haga énfasis en el desarrollo inclusivo, y se definan sectores prioritarios objetivamente, de acuerdo con necesidades tangibles detectadas, que permita la concentración del esfuerzo de CTI, ya que el aprendizaje surge bajo condiciones de especialización. Se considera para ello la dinámica evolutiva de los sectores, además de aspectos socioculturales y de la organización industrial, así como los ámbitos local y regional y la existencia de capacidades de aprendizaje diferenciadas.

Lo anterior debido a que es determinante para la política de CTI aprovechar las capacidades existentes y fomentar el aprendizaje de los agentes, así como corregir las fallas sistémicas que inhiben la interacción entre ellos para que sucedan los procesos de transmisión, asimilación y generación de conocimiento (Villavicencio, 2011). Sin embargo, es complejo superar la apropiación desigual de los beneficios de las políticas de CTI, la cual provoca que no funcionen como correctivos de las inercias de los agentes, ya que actualmente obedecen más a cuestiones discursivas para la legitimación de las elites dominantes que para

incentivar el desarrollo económico. Ello aunado al hecho de que la política general se basa en principios de economía neoclásica y se realiza en el marco del capitalismo, el cual es un sistema económico intrínsecamente desigual, al ser esta su forma de reproducción.

Por este motivo, se hace aún más necesaria la elaboración de una política de CTI construida desde el enfoque sistémico, que sea inclusiva para que la innovación disminuya la desigualdad en lugar de incrementarla. Mediante la construcción de una política en la que participen diversos agentes con intereses diversos y no únicamente un jugador dominante, para estimular negociaciones que den lugar a una gobernanza del SNI que incentive el desarrollo económico, mediante una construcción más equitativa de instrumentos, para lo cual se requiere avanzar en el desarrollo de un marco institucional que lo posibilite (Corona et al., 2013).

### ***Justificación***

La entidad se encuentra en un momento coyuntural en donde es necesario articular los recursos y capacidades que se han formado en el estado en los últimos treinta años, esto a través de esfuerzos de las comunidades inmersas en el sistema estatal de innovación que permita el diseño de una política pública de ciencia, tecnología e innovación, donde se integren los sectores académico, gubernamental, empresarial y social, bajo un enfoque de sistema (Dutrénit, 2017). Durante este periodo de tiempo, el Estado ha fortalecido de manera importante su infraestructura científica y tecnológica y ha impulsado la formación de capital humano en el ámbito nacional e internacional. Además, destaca la construcción y equipamiento de ocho universidades tecnológicas, seis universidades politécnicas, tres institutos tecnológicos, una universidad intercultural, una universidad virtual, una unidad del Instituto Politécnico Nacional, dos consorcios integrados por centros públicos CONACYT, entre otros; es importante y fundamental mencionar, dentro del ecosistema estatal de innovación, a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo como el referente más importante en la generación de conocimiento, a través de la investigación el desarrollo tecnológico y la innovación. La institución cuenta con 50 posgrados incorporados al Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) y 533 investigadores registrados en el Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras (SNI); sumado a lo anterior, contribuye a la integración de proyectos estratégicos, como el laboratorio de políticas públicas, el laboratorio

nacional de acceso espacial, convenios con universidades internacionales e integración de la diáspora de mexicanos calificada en el exterior en proyectos específicos. De igual manera, el sector gubernamental estatal cuenta con los instrumentos de planeación y desarrollo regional; sin embargo, no se ha tomado mucho en cuenta, dentro en los planes municipales de desarrollo, los impactos que pueden tener la integración de los sistemas municipales de innovación y su incorporación al desarrollo local.

En este contexto surge la necesidad de articular los sectores académico, productivo, gubernamental y social a través de una política pública en ciencia, tecnología e innovación, mediante alianzas estratégicas a nivel estatal, regional y municipal que permitan utilizar de manera eficiente los recursos y capacidades en los diferentes entornos mencionados anteriormente y solamente invertir en lo realmente esencial para el fortalecimiento de los mismos de acuerdo a las interacciones que se requieran potenciar y las áreas estratégicas definidas para los mismos fines.

Por otra parte, es fundamental entender que la integración no es solamente academia-empresa, empresa-gobierno, gobierno-sociedad, sino que es un modelo interrelacionado, multidireccional, en todos los integrantes del sistema estatal de innovación, es la integración de una gran red de relaciones e interacciones con definición de tiempo, espacio, entre otros elementos.

Bajo este contexto y mediante la construcción integral de políticas públicas se garantiza la detección de objetivos comunes y los consensos necesarios para abordarlos, y por otra parte se cumplen los objetivos de cada integrante de los sistemas estatal, regional y municipal de innovación a través de que el gobierno incrementará los niveles de desarrollo estatal, las empresas incrementan su producción y productividad, la sociedad está más informada y con mejores empleos y la academia fortalece su infraestructura, incrementa sus niveles de investigación y publicación de artículos científicos.

### ***Hipótesis***

El análisis de redes sociales es una alternativa metodológica que permite medir e identificar el grado de cohesión y centralidad de los actores que más influyen de manera positiva o negativa en el sistema de innovación que pueden orientar el diseño de política pública en ciencia, tecnología e innovación, lo que incrementa las posibilidades de cohesión del sistema,

con el fin de impulsar la generación de conocimiento nuevo, desarrollo tecnológico e innovación en beneficio del progreso del estado de Hidalgo.

### ***Pregunta general de investigación***

¿Cuál es el grado de cohesión y centralidad del sistema estatal de innovación generado por 19 IESp, incorporadas a la Secretaría de Educación Pública de Hidalgo (SEPH), en el ámbito estatal, nacional, e internacional, tomando como indicador relacional los convenios generales de colaboración y los convenios específicos en temas de investigación y desarrollo experimental, y su impacto en estrategias de diseño de política pública?

### ***Objetivo general***

Medir el grado de cohesión y centralidad del sistema estatal de innovación, creado por 19 IESp incorporadas a la SEPH, utilizando el análisis de redes sociales, que permita definir actores fundamentales en la co-creación de las políticas públicas de innovación del estado de Hidalgo.

### ***Objetivos específicos***

Realizar el diagnóstico del sistema estatal de innovación formado por 19 IESp a través del análisis de información obtenida de las mismas que permita definir estrategias en la co-creación de las políticas públicas de innovación.

Diseñar un instrumento de recolección de información aplicado a secretarios y/o directores académicos de las IESp, a través de la aplicación de este, que permita proporcionar los elementos de análisis suficientes para alcanzar los objetivos de la investigación.

Identificar los actores clave de la red formada por las IESp, mediante la utilización de software especializado, con la finalidad de que se vuelvan elementos fundamentales en el diseño de las políticas públicas de innovación.

Medir indicadores complementarios de cohesión y centralidad, con la finalidad de evaluar características específicas de la red, que permitan fortalecer el modelo de política pública de ciencia, tecnología e innovación a nivel regional.

### ***Metodología***

Para hacer este trabajo se llevaron a cabo siete fases:

- Revisión de literatura.
- Descripción del escenario.
- Planteamiento del problema y detección de la teoría.
- Metodología, construcción del instrumento y elección de informantes.
- Trabajo de campo y recogida de los datos.
- Sistematización y análisis de la información.
- Presentación de resultados y conclusiones.

El universo de estudio se compone de 19 Instituciones de Educación Superior Pública (IESp), y se construyó un instrumento que ubica las relaciones existentes entre las IESp, para sistematizarlo con el software Ucinet a través del análisis de redes.

Ucinet es un software utilizado para el análisis y graficación de redes sociales, incluye una gran cantidad de medidas estadísticas e indicadores. Para la investigación, permite analizar, examinar y visualizar las interacciones entre individuos, organizaciones o cualquier tipo de entidad dentro de una red.

El análisis de redes se enfoca en estudiar las relaciones entre los nodos de una red y cómo se comunican o interactúan entre sí.

Ucinet proporciona diversas herramientas que permiten el análisis de redes sociales como:

**Recopilación de datos:** Permite importar datos de diferentes formatos. Estos pueden representarse en forma de matriz o lista de conexiones.

**Análisis de medidas de centralidad:** Ofrece diferentes medidas de centralidad para evaluar la importancia de los nodos dentro de una red. Estas medidas ayudan a identificar los nodos más importantes.

**Análisis de clústeres o grupos:** Utiliza algoritmos de detección de comunidades para identificar agrupaciones o clústeres de nodos densamente conectados, lo que permite identificar subgrupos con características y comportamientos similares dentro de la red.

**Análisis estructural:** Ofrece herramientas para explorar la estructura de la red y descubrir patrones o características específicas.

**Visualización de redes:** Da opciones para visualizar redes de manera gráfica.

Al tomar como herramienta al programa Ucinet, se llevaron a cabo los siguientes procedimientos:

#### ***Grado de intermediación (Betweenness)***

Es una medida de la importancia de un nodo en una red, centrada en su capacidad para controlar la comunicación entre otros nodos. Se calcula considerando todos los posibles caminos geodésicos entre pares de nodos en la red. Para el cálculo del grado de intermediación se cuentan las veces que un nodo aparece en los caminos geodésicos, y los nodos que aparecen con frecuencia se denominan “actores puente”, los cuales tienen un alto Grado de intermediación.

Los requisitos para tener un Grado de intermediación son: un nodo debe tener al menos un Grado de entrada y de salida, y debe estar en uno o más caminos geodésicos. Se mencionan dos tipos de Grado de Intermediación: el total y el normalizado, expresado en porcentajes. La interpretación de resultados explica que los valores fraccionarios en el Grado de Intermediación se deben a la participación de un nodo en diferentes caminos geodésicos.

#### ***Grado de cercanía (Closeness)***

Es una medida que evalúa la capacidad de un nodo para llegar rápidamente a todos los demás nodos en una red. Se calcula considerando las distancias geodésicas entre un nodo y todos los demás nodos en la red. Para el cálculo del grado de cercanía, se cuentan todas las distancias geodésicas desde un nodo, la lejanía es la suma de las distancias y la cercanía es el inverso de la lejanía calculado como lejanía multiplicado por mil.

El método de Grado de Cercanía se utiliza en matrices simétricas, donde las distancias geodésicas entre los nodos son representadas. Para la interpretación de los resultados, los valores más altos de cercanía indican una mejor capacidad de un nodo para conectarse con otros nodos en la red.

#### ***Generación de redes múltiples***

Se necesita analizar diferentes redes, ya sea por requerimientos de análisis específicos o para comparar comportamientos. Esto es común en situaciones donde un grupo de personas establece relaciones de distintos tipos, como redes de gestión, comerciales, sociales o de innovación tecnológica. Para llevar a cabo el procedimiento de generación de redes múltiples, se necesita la inserción de hojas de captura, abrir el documento generado con anterioridad y seguir la ruta *Edit > Insert sheet*, y asignar un nombre nuevo a la hoja.

Para diferenciar una red, se debe cambiar el nombre de la primera hoja siguiendo la ruta *Edit > Rename sheet*, y asignar el nombre. Mientras que para generar una nueva red, se genera otra basada en datos nuevos o modificados, se introducen los resultados en la nueva hoja de captura y se guardan las modificaciones. Es necesario rellenar la matriz con ceros, según lo necesario, y guardar las modificaciones con el comando Generar otra red basada en datos nuevos o modificado, o también con la ruta *File > Save*.

### ***Generación de atributos múltiples***

Permite enriquecer el análisis de redes al incorporar información adicional sobre los nodos. El procedimiento implica la introducción de nuevos atributos en el archivo de datos, lo cual puede ser particularmente útil para caracterizar a los actores de la red con variables diversas.

Para generar atributos múltiples es necesario crear el archivo existente que contiene la red, o crear uno nuevo si no se dispone de archivos anteriores, en la casilla de columnas, después agregar una columna por cada nuevo atributo que se desee introducir y automáticamente, aparecerá una columna vacía junto a la existente, lo que representa la nueva columna para el nuevo atributo. Para introducir nuevos atributos, se utiliza la información correspondiente para cada nuevo atributo y se guardan las modificaciones en el archivo con los comandos *Ctrl. + S* o con la ruta *File > Save*.

### ***Generación de gráficos con redes y atributos múltiples***

Proporciona una visualización detallada y enriquecida de la información de la red. Para la apertura y generación de gráficos con redes, es necesario iniciar NetDraw 1.48, luego abrir el archivo de red. Para la exploración se utilizan iconos o funciones en NetDraw con el fin de inspeccionar diferentes vistas gráficas del mismo conjunto de datos. Luego se selecciona la disposición que mejor se adapte a los objetivos de análisis. Después de este proceso se elige la red de interés en la pestaña correspondiente. Se pueden incorporar atributos para una mejor visualización de los nodos o grupos de nodos, asignando colores y formas de figura para facilitar la identificación y comparación de características específicas de los actores en la red.

### ***Indicadores de redes múltiples***

Sigue un proceso similar al de una única red, con la diferencia de que los resultados se presentan de manera separada para cada una. Para obtener indicadores de redes múltiples, se utilizan las funciones para calcular indicadores de redes y se siguen las rutas específicas.

Se observará que los resultados se presentan de manera separada para cada red en la misma ventana, así como los estadísticos descriptivos y el grado de centralización para cada red, mientras que, para los Grados de Intermediación y Cercanía, los resultados se visualizan solo para la primera hoja de captura del archivo, por lo que solo se presentan para la primera red, si se manejan múltiples redes en un solo archivo.

El programa no muestra los resultados de Grado de Intermediación y Cercanía para múltiples redes en la misma ventana, de manera que, para obtener estos indicadores para cada red, se recomienda separarlas en archivos diferentes.

### ***Descripción del contenido de la tesis***

En el capítulo Uno, se presenta el marco contextual, se hace referencia a la posición que guarda México en el contexto internacional, en América del Norte y Latinoamérica, comparado con los países mejor posicionados de cada región, de igual manera se referencia la posición del estado de Hidalgo en el contexto nacional.

En el capítulo Dos, se presenta el Sistema Nacional de Innovación. En este apartado se describen los conceptos de sistema nacional y regional de innovación desde una perspectiva de articulación de comunidades de los principales actores.

En el capítulo Tres, titulado “Políticas públicas en ciencia tecnología e innovación”, se describen las políticas públicas de ciencia tecnología e innovación y los diferentes esquemas de estadios de estas.

En el capítulo Cuatro, se aborda el análisis de redes, se describen los principales indicadores de esta metodología, haciendo énfasis en los más importantes para el presente estudio, como la cohesión, centralidad y definición de actores principales.

En el capítulo Cinco, se presentan los resultados, a través del análisis de los grafos, la mirada es cualitativa y cuantitativa, resultado de la aplicación del instrumento de recolección de información motivo del presente estudio.

Finalmente, en el capítulo Seis, se mostrarán las conclusiones y recomendaciones, en este apartado se dará cuenta de los principales hallazgos encontrados como resultado de la presente investigación, así como las recomendaciones para posibles investigaciones futuras.



## Capítulo I. Marco teórico

### 1.1 Marco teórico

La dinámica de la innovación en el contexto contemporáneo abreva de distintas líneas de investigación para robustecer y complejizar su potencial. Las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) están orientadas a la solución de problemas cada vez más complejos, para los que no hay una sola respuesta desde un único ámbito, por este motivo es necesario expandir encontrar nuevas rutas metodológicas en materia de creación de políticas públicas. Dutrénit (2014) apunta que los avances en nuevas tecnologías, los desafíos ambientales y de inclusión social, así como otro tipo de problemas en torno a los que se diseñan estas políticas no se pueden abordar desde el punto de vista técnico y normativo solamente, sino que deben incorporar otras dimensiones, aportadas desde las propias comunidades que de forma directa o indirecta se ven afectadas por estos temas.

Adicional a esto, la autora menciona que para las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), las partes interesadas congregan un conjunto heterogéneo de actores académicos, del sector privado y ciudadanos que intervienen en esta arena y tienden a interactuar con los responsables de la política pública (actores gubernamentales). Esta heterogeneidad debería verse como un área de oportunidad en lugar de considerarse una desventaja, pues la suma de conocimientos teorico-prácticos se amalgaman en una dinámica más fuerte.

Una de los procesos para la planeación de políticas públicas es la formación de redes como instrumento de análisis. En este sentido:

Las comunidades son el resultado de la interacción de dos procesos: (i) la socialización de las personas, en la medida en que expresan un origen común y valores compartidos que acentúan los determinantes de su mentalidad económica, social y cultural, y (ii) la formación de redes, asumiendo la pertenencia, pero también generando relaciones entre las personas que influyen y condicionan las conductas y formas de actuación de las otras (Dutrénit, Natera y Suárez, 2014).

Asimismo, como plantean Álvarez et al. (2016), se entiende a las comunidades de CTI como el conjunto de actores en los que existe un alto nivel de cohesión y articulación, así como atributos en común. Entre ellas se establecen distintos diálogos. De esta forma, de

entre todos ellos, este proyecto se enfoca en los tópicos relacionados con la formulación de política de CTI.

En los procesos de diálogo orientados a la formulación de políticas de CTI, uno de los desafíos que enfrentan países de América Latina y el Caribe (ALC), así también el caso de España, consiste en cómo generar consenso entre las partes interesadas; y cómo traducir las propuestas en un lenguaje institucional y/o gubernamental que esté al día con los programas y esfuerzos actuales. Este planteamiento implica armonizar las diversas perspectivas y agendas de los distintos actores involucrados en el proceso de formulación de políticas. Pues por lo general, estas partes interesadas incluyen a académicos, representantes del sector privado, organizaciones de la sociedad civil y funcionarios gubernamentales, quienes contemplan sus propios intereses, prioridades, indicadores y puntos de vista. En este contexto, lograr un consenso genuino y duradero puede resultar una misión compleja, pues implica ejecutar negociaciones cuidadosas y compromisos que reflejen las necesidades y aspiraciones de todas las partes involucradas, y que por fin último tengan como prioridad el beneficio de la sociedad en general.

Uno de los aspectos clave para generar un consenso entre actores es la capacidad de traducir las propuestas y objetivos propuestos en el marco del diálogo entre las partes interesadas en un lenguaje comprensible para las instituciones y agencias gubernamentales responsables de la formulación y ejecución de políticas. Aunque pareciera una tarea puntual, estas acciones implican no solo transmitir la finalidad de las propuestas, sino también adaptarlas a las realidades y contextos específicos de cada país o región. Lo que también implica superar barreras lingüísticas, culturales y gubernamentales para garantizar que las políticas resultantes sean efectivas y aplicables en la práctica.

Varios autores sostienen que la diferencia entre la política gubernamental y la política pública radica, precisamente, en la diferenciación de actores participantes de las partes interesadas en sus procesos de formulación (Aguilar, 1992; Valenti y Flores, 2009). Mientras que la política gubernamental puede ser percibida como un conjunto de decisiones tomadas por el gobierno, la política pública implica una mayor apertura a la influencia de diversos actores y grupos de interés. Esta distinción es crucial para entender cómo se desarrollan y se implementan las políticas de CTI.

Para estimular el desarrollo de los Sistemas de Innovación (SI) y su gobernanza en los diferentes niveles, se requiere una política de CTI. Esto justifica la intervención pública, no solo para vincular incentivos que promuevan la innovación, sino para dar solución a fallas sistémicas. De acuerdo con Chaminade y Edquist (2006), el funcionamiento sin interferencias y obstáculos de las redes de agentes y organizaciones, y de las instituciones y el marco regulatorio en el que operan, es el centro de atención de la concepción sistémica de la innovación. Así, esta perspectiva reconoce que la innovación no es un proceso aislado, sino más bien un sistema complejo en el que los actores interactúan de manera dinámica. Por lo tanto, para estimular el desarrollo de los SI, es fundamental entender y abordar las interconexiones y generar redes.

En este sentido, la creación de política de CTI desempeña un papel fundamental al proporcionar el marco y los incentivos necesarios para promover la innovación de manera efectiva. Esto puede incluir medidas como la financiación de proyectos de investigación y desarrollo, la promoción de la colaboración entre el sector público y privado, y la creación de infraestructuras y plataformas que faciliten el intercambio de conocimientos y tecnologías.

Por otra parte, la intervención de los distintos actores en el ámbito de la innovación también conlleva desafíos. Por un lado, puede ocurrir que en las políticas de CTI haya un peso más burocrático, lo que podría crear conflicto con el resto de los actores. Por otro lado, la falta de coordinación y coherencia entre diferentes iniciativas de política puede dar lugar a duplicaciones innecesarias o conflictos de intereses. Por este motivo es fundamental diseñar políticas de CTI que sean flexibles, adaptativas y orientadas hacia resultados. Además, es importante establecer mecanismos de seguimiento y evaluación que permitan ajustar y mejorar continuamente las políticas en función de los resultados y retroalimentaciones.

La comprensión de los paradigmas de política resulta fundamental en el análisis de las dinámicas de innovación y desarrollo socioeconómico en el contexto actual. Según Diercks (2018), un paradigma de política puede entenderse como un modelo de realidad compartido que guía a los responsables políticos en actividades de resolución de problemas. Asimismo, Carson et al. (2009) refieren que esta definición resalta la importancia de los marcos conceptuales compartidos que informan las decisiones políticas y orientan las acciones de los responsables.

En este sentido, la necesidad de abordar los desafíos sociales ha dado lugar a lo que algunos investigadores han denominado una nueva generación de políticas orientadas a la misión (Foray et al., 2012), un paradigma de políticas novedoso (Kemp, 2011) y un marco emergente de política de innovación para el cambio transformador (Schot y Steinmueller, 2018). Estos enfoques reconocen la urgencia de adaptarse a los rápidos cambios globales y abordar problemas emergentes como la pobreza, la desigualdad y el cambio climático, además de proponer sistemas de innovación para enfrentarlos.

En particular, Schot (2018) destaca un tercer encuadre, el cambio transformador, cuyos contornos se han vuelto más claros en los últimos años. Este enfoque se inspira en los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, publicados en 2015, que incluyen metas ambiciosas como poner fin a estos problemas emergentes y de actual importancia en las agendas gubernamentales. Este tercer marco implica un cuestionamiento fundamental sobre cómo utilizar la política científica y tecnológica para satisfacer las necesidades sociales y abordar los problemas de las sociedades sostenibles e inclusivas.

Por otro lado, se retoma un segundo marco surgido en el mundo globalizado de los años ochenta, remarcando un énfasis en la competitividad, que está conformado por los sistemas nacionales de innovación para la creación y comercialización de conocimiento Schot (2018). En este sentido, la política de CTI se enfoca en construir vínculos, grupos y redes, y en estimular el aprendizaje entre elementos en los sistemas y permitir el emprendimiento.

En conclusión, es importante reconocer la evolución y la diversidad de los paradigmas de política de CTI, así como sus implicaciones para el diseño y la implementación de políticas efectivas. Mientras que el enfoque en la competitividad ha sido fundamental para estimular la innovación y el crecimiento económico en el pasado, el surgimiento de enfoques más orientados a los desafíos sociales y ambientales contemporáneos refleja una mayor conciencia de la necesidad de abordar problemas más amplios de desarrollo sostenible e inclusión social. Así, el análisis crítico de los diferentes paradigmas de política de CTI ofrece una base sólida para la reflexión y el diseño de políticas que respondan de manera efectiva a los desafíos del siglo XXI.

## 1.2 Estado del arte

La comprensión del Sistema de Innovación y su relación con el diseño de políticas públicas es fundamental en el contexto actual de desarrollo socioeconómico. Carayannis et al. (2016) destacan la importancia de tomar un enfoque holístico que integre, tanto los procesos de aprendizaje de orden superior, como las dinámicas de interacción entre diversos actores, que van desde el gobierno y la industria hasta la sociedad civil. Este enfoque, conocido como “modo 3” de producción de conocimiento, reconoce la necesidad de una colaboración multidireccional y transversal para fomentar una innovación más inteligente, eficaz y eficiente.

El concepto de Sistema Nacional de Innovación (SNI), introducido por Lundvall (1992) y desarrollado por Nelson, destaca la importancia de las relaciones complejas a nivel país para impulsar el proceso de innovación. Mientras que Freeman (1987) y Metcalfe (1995) definen el SNI como una red de instituciones que juegan un papel fundamental en la generación, modificación y difusión de nuevas tecnologías, lo que proporcionaría el marco idóneo dentro del cual los gobiernos diseñen e implementen políticas para influir en dicho proceso.

En este marco de sistemas de innovación a nivel nacional/regional, surge el concepto de la Cuádruple Hélice. De acuerdo con lo que plantea este modelo, los principales actores involucrados son: el sector académico, la industria, el gobierno y la sociedad civil (Carayannis y Campbell, 2006, 2009, 2012). Mientras que la academia y la industria colaboran en la generación y aplicación del conocimiento, el gobierno coordina y facilita la implementación de políticas públicas orientadas hacia el futuro. Por otro lado, la sociedad civil constituye una cuarta hélice, al interactuar con los demás actores, así como el aprovechamiento y retroalimentación de las propuestas surgidas por las primeras tres hélices.

Dado que la innovación es un fenómeno sociotécnico, socioeconómico y sociopolítico complejo, la participación activa de la sociedad civil es esencial para garantizar que la innovación sea de utilidad, tanto a la sociedad como para la economía en su conjunto. Por este motivo, es importante destacar el papel central que desempeña la sociedad civil en el impulso de la innovación centrada en el usuario y en el fomento de la innovación social (Carayannis et al., 2016).

Asimismo, el diseño de políticas efectivas en materia de ciencia, tecnología e innovación (CTI) requiere el uso de indicadores adecuados. Como señala Hauser (), es fundamental comprender las relaciones fundamentales entre las fuerzas impulsoras y los resultados en los procesos de innovación regionales. Esto no solo ayuda a destacar enfoques de mejores prácticas, sino que también proporciona recursos valiosos para implementar medidas efectivas en regiones menos desarrolladas. Estos indicadores de innovación sirven como herramientas clave para evaluar el progreso y la efectividad de las políticas de CTI, así como para identificar áreas de mejora y oportunidad.

Por otro lado, Shan (2015) destaca la importancia de entender la capacidad de innovación regional, que define como “la capacidad de los actores clave en una región para generar resultados innovadores y fortalecer la economía local”. Esta capacidad se basa en varios componentes, como la capacidad de entrada, que se refiere a los recursos invertidos en actividades de innovación, incluyendo fondos, personal y equipos tecnológicos. Otros componentes incluyen el ambiente de innovación, la capacidad de gestión y la producción de innovación. La comprensión de estos elementos es crucial para desarrollar políticas de CTI que sean efectivas y orientadas a las necesidades específicas de cada región.

Dutrénit (2014) destaca la naturaleza multifacética y compleja de las políticas de CTI, al señalar que están diseñadas para abordar problemas cada vez más complejos, que no pueden resolverse únicamente desde una perspectiva técnica o normativa. Estos problemas incluyen avances en nuevas tecnologías, desafíos ambientales, inclusión social y otros aspectos que afectan directa o indirectamente a las comunidades. En este sentido, es crucial incorporar diversas dimensiones y perspectivas, aportadas tanto por actores académicos como del sector privado y la ciudadanía, en la formulación de políticas de CTI. Además, resalta la importancia de la formación de redes en este proceso, reconociendo que estas redes no solo promueven la pertenencia, sino que también generan relaciones que influyen en las conductas y formas de actuación de los diferentes actores involucrados.

Siguiendo esta línea, Álvarez et al. (2016) definen las comunidades de CTI como conjuntos de actores con alto nivel de cohesión y articulación, que comparten atributos comunes y participan en diversos diálogos, especialmente aquellos relacionados con la formulación de políticas de CTI. Esta perspectiva subraya la importancia de la interacción y

colaboración entre los diferentes actores del sistema de innovación para el desarrollo e implementación efectiva de políticas.

Así, los procesos de diálogo orientados a la formulación de políticas de CTI enfrentan desafíos significativos, especialmente en países de América Latina y el Caribe (ALC) y España. Uno de estos desafíos radica en la generación de consenso entre las partes interesadas, así como en la traducción de propuestas en un lenguaje institucional y gubernamental que esté alineado con los programas y esfuerzos actuales. Es aquí donde la participación activa de las partes interesadas juega un papel crucial, como lo sugieren varios autores, al resaltar la diferencia entre la política gubernamental y la política pública en términos de capacidad de participación de las partes interesadas en sus procesos de formulación.

En la evolución de un sistema de innovación, es común la formación de consorcios de organizaciones y comunidades de agentes que buscan mejorar la coordinación de actividades e interacciones con la misión de alcanzar objetivos comunes. Estos consorcios pueden incluir tanto actores consorciados, que participan de manera directa en las actividades conjuntas, como actores comunitarios, que están involucrados de manera más periférica pero que contribuyen al ecosistema de innovación de manera significativa.

Sin embargo, en los sistemas de innovación inmaduros o emergentes, la interacción entre los actores puede ser limitada y, en ocasiones, se ve obstaculizada por diversas barreras. Estas pueden manifestarse en forma de problemas de comunicación entre los actores, falta de confianza, o incluso comportamientos que perpetúan las fallas sistémicas existentes, como señalan Chaminade et al. (2009). Por lo tanto, es necesario abordar estas barreras y promover una mayor colaboración y coordinación entre los diferentes actores del sistema.

Para estimular el desarrollo de los Sistemas de Innovación y garantizar su adecuada gobernanza a diferentes niveles, se requiere la implementación de políticas de CTI. Estas políticas no solo buscan introducir incentivos que promuevan la innovación, sino también abordar las fallas sistémicas que puedan obstaculizar el funcionamiento efectivo del sistema. Por tanto, es fundamental garantizar un entorno propicio para la interacción y la colaboración entre los agentes y organizaciones del sistema, así como asegurar un marco regulatorio adecuado que facilite la innovación y la transferencia de conocimiento. Esta concepción sistémica de la innovación pone el énfasis en la importancia de la interacción fluida y sin

obstáculos entre los diversos componentes del sistema para impulsar el desarrollo socioeconómico y tecnológico (Chaminade y Edquist, 2006).

Los académicos de innovación han comenzado a cuestionar la adecuación de los diseños de políticas de sistemas de innovación establecidos para hacer frente a la contestación, la no linealidad y las bifurcaciones de los desafíos sociales. A pesar del enfoque predominante en optimizar el ecosistema de innovación para fortalecer su capacidad y alcanzar objetivos económicos, el actual “giro normativo” resalta la importancia de inducir la dirección estratégica y guiar los procesos de cambio transformador hacia los objetivos sociales deseados. Este cambio hacia una política de innovación transformadora representa un retorno a las nuevas ideas en política de ciencia, tecnología e innovación, lo que abre una agenda política a preocupaciones más amplias y sociales. Este nuevo paradigma de política de innovación para el cambio transformador, como lo describen Schot y Steinmueller (2018), se alinea con la necesidad de abordar los desafíos sociales y ambientales contemporáneos de manera más efectiva.

En este contexto, Diercks (2018) presenta la noción de un paradigma de política como un modelo de realidad compartido que guía las actividades de resolución de problemas de los responsables políticos. Esta concepción destaca la importancia de adaptar los marcos políticos existentes para abordar las complejidades y desafíos emergentes, especialmente aquellos relacionados con la innovación y el desarrollo socioeconómico.

La emergencia de una nueva generación de políticas orientadas a la misión, como lo señalan Foray et al. (2012), y un paradigma de políticas novedoso, como menciona Kemp (2011), reflejan la creciente comprensión de que las políticas de innovación deben trascender la mera optimización del sistema de innovación para centrarse en la inducción de cambios transformadores que aborden problemas sociales y ambientales. Este enfoque se alinea con las tendencias actuales que enfatizan la necesidad de políticas de innovación que no solo impulsen la competitividad económica, sino que también aborden los desafíos más amplios que enfrenta la sociedad en su conjunto.

El creciente interés en los estudios de políticas de CTI ha llevado a un enfoque renovado en el tema de las mezclas de políticas. Mientras que los estudios anteriores se centraban principalmente en la conceptualización de las mezclas de políticas en términos de combinaciones de instrumentos para apoyar la innovación, la literatura más reciente ha



ampliado este enfoque para considerar cómo las mezclas de políticas pueden fomentar las transiciones hacia la sostenibilidad. Esta ampliación conceptual incluye consideraciones sobre objetivos de políticas, estrategias de políticas, características de combinación de políticas y procesos de formulación e implementación de políticas (Kern, 2018).

El interés académico en este tema se refleja en el reconocimiento cada vez mayor de los responsables políticos sobre la utilidad de ver la política de innovación a través del lente de las mezclas de políticas. Este enfoque más amplio y dinámico de las mezclas de políticas, como apuntan Flanagan et al. (2011), incluye una comprensión multifacética de los procesos mediante los cuales emergen, interactúan y tienen efectos las políticas. Además, se reconoce la importancia de considerar las diferencias en los contextos institucionales y se comprende que no existen mezclas de políticas inequívocamente “buenas” (Flanagan et al., 2011).

Asimismo, los avances metodológicos en el estudio de las mezclas de políticas han adquirido relevancia, al igual que los procesos de formulación e implementación de políticas. Un enfoque en actores y agencia en el contexto de las mezclas de políticas también ha emergido como un área importante de investigación (Rogge y Reichardt, 2016).

Por otro lado, en los países en desarrollo, la heterogeneidad en términos de instrumentos de política de innovación es evidente. Muchos de estos países se encuentran en etapas emergentes de desarrollo de sus sistemas de innovación, lo que limita su capacidad para apoyar la creación de conocimiento económicamente útil (Arocena y Sutz, 2000). Sin embargo, se ha observado que los programas de apoyo a la innovación pueden mejorar las capacidades tecnológicas de las empresas y promover la colaboración con otros agentes del sistema de innovación (Fernández y Martín, 2016). Esto destaca la importancia de adaptar las políticas de innovación a las necesidades específicas de cada contexto nacional, reconociendo las limitaciones y potencialidades de cada sistema de innovación en su camino hacia el desarrollo socioeconómico.

Las universidades, tradicionalmente consideradas como bastiones de conocimiento y reflexión, han evolucionado su papel en el siglo XXI hacia el de “motores de innovación” (Mansfield y Lee, 1996; Mowery, 2004; Thorp y Goldstein, 2010). En la actualidad, la lógica de la innovación sugiere que las sociedades enfrentan desafíos sociales y económicos debido a la falta de enfoque e impulso hacia la innovación en políticas, instituciones y actividades científicas (Mansfield y Lee, 1996; Mowery, 2004; Thorp y Goldstein, 2010). Esta

perspectiva subraya la importancia de que las universidades se involucren activamente en el impulso de la innovación como parte fundamental de su misión en la sociedad contemporánea.

Por otra parte, en el ámbito de las pequeñas y medianas empresas (PyME), se ha planteado repetidamente la necesidad de fomentar la colaboración para la innovación a través de enfoques de red intermediada (Knockaert et al., 2014; Lee et al., 2010). Los intermediarios, definidos como organizaciones que facilitan la colaboración entre múltiples partes en el proceso de innovación, desempeñan un papel crucial en este contexto (De Silva et al., 2018).

La investigación sobre innovación regional resalta la importancia del conocimiento compartido y el aprendizaje interactivo entre los actores dentro de una red regional (Cooke et al., 1997). Además, se enfatiza que el objetivo final de la innovación regional no es simplemente el desarrollo tecnológico, sino la transformación de este conocimiento en valor económico en el mercado (Freeman y Soete, 1997). En este sentido, la innovación regional se concibe como un proceso integrado geográficamente que implica la creación de conocimiento tecnológico y su posterior traducción en valor comercial. Así, es crucial reconocer la interdependencia y secuencialidad de las actividades de desarrollo y comercialización de tecnología en este proceso (Min, 2010).

La investigación sobre innovación regional ha explorado diversas características estructurales de las redes de innovación (Kajikawa et al., 2012; Dom, 2016). Sin embargo, se ha prestado poca atención al papel de la política pública en áreas de red pequeñas. Este estudio busca examinar si el tamaño de una red regional y el apoyo público están relacionados con diferencias en la eficiencia de la innovación. Se calculan las eficiencias de innovación en las observaciones como punto de partida para este análisis.

Las redes de innovación son un componente clave que explica la capacidad de innovación de una región (Lawson, 1999; Lawson y Lorenz, 1999; Quattraro, 2009). Estas redes sociales comprenden conexiones entre actores, como individuos y organizaciones (Latón, 1992). El tamaño de la red se refiere al número de actores que la constituyen (Burt, 2000). En el contexto de los Sistemas Regionales de Innovación (RIS), la red de innovación regional implica la conexión social entre los actores involucrados en proyectos de innovación y la activación de redes regionales a través de sus interacciones (Asheim y Cooke, 1999;

Lundvall y Borrás, 1998). Por lo tanto, se mide el tamaño de la red como el número de organizaciones de Investigación y Desarrollo (I + D) presentes en un área específica.

Sumado a lo anterior, la proximidad geográfica y los bajos costos de interacción aumentan la probabilidad de lograr un mejor rendimiento de innovación en las mismas condiciones (Antonelli, 2000; Lau y Lo, 2015). En este sentido, la creación de valor en una red grande resulta del proceso de aprendizaje inducido por el efecto de red (Quatraro, 2009).

Por otro lado, un otro marco emergente, denominado “cambio transformador”, ha cobrado importancia en los últimos años. Este enfoque se refleja en los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, que buscan abordar desafíos como la pobreza, la desigualdad y el cambio climático. Este marco implica un replanteamiento de cómo la política científica y tecnológica puede satisfacer las necesidades sociales y abordar los problemas de las sociedades sostenibles e inclusivas a un nivel más fundamental que en los marcos anteriores (Schot, 2018).

El segundo marco de política de innovación surgió en el contexto de la globalización en los años ochenta, con un fuerte énfasis en la competitividad y la conformación de sistemas nacionales de innovación orientados a la creación y comercialización de conocimiento (Schot, 2018). En este marco, las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación se centran en la construcción de vínculos, grupos y redes, así como en la promoción del aprendizaje dentro de los sistemas y el fomento del espíritu empresarial.

Además, dentro del ámbito de la política pública, el Enfoque de Redes de Políticas Públicas ha ganado relevancia. En este contexto, una red de política pública es un conjunto de organizaciones interconectadas por dependencias de recursos, distinguidas de otros grupos por rupturas en las estructuras de dependencia (Betancur y Murcia, 2019). Estas redes son tanto determinantes de los resultados como dependientes de los procesos de política pública, configurándose como resultado de las interacciones entre actores y diversos factores estructurales que inciden en los procesos de políticas.

En este sentido, se han realizado avances significativos en la comprensión y análisis de las redes de política pública, incluyendo contribuciones de investigadores como Gómez y Giraldo (2013), y Murcia y Tamayo (2016). Estos avances han permitido una mayor comprensión de cómo las redes de política pública influyen en los resultados de las políticas

y cómo están configuradas por diversos factores contextuales e institucionales (Betancur y Murcia, 2019).

En el análisis de políticas públicas, el Análisis de Redes Sociales (ARS) emerge como una metodología matemática que ofrece una orientación conceptual y una herramienta metodológica para el estudio formal de las redes de políticas públicas (Ibarra-Gómez, 2020). Esta idea complementa los análisis cualitativos al proporcionar herramientas para examinar a los actores y las relaciones que estos establecen en el ámbito de las políticas públicas.

Al abordar el análisis de redes, es esencial considerar tanto a los actores involucrados como las relaciones que se desarrollan entre ellos en la consecución de los objetivos planteados por la política pública (Ibarra-Gómez, 2020). Se conceptualiza a los actores como unidades sociales discretas, ya sean individuales, corporativas o colectivas, que mantienen algún tipo de vínculo o llevan a cabo acciones dentro de la red (Wasserman y Faust, 2013).

Los actores institucionales están asociados con entidades administrativas relacionadas con el Estado y operan en diversos niveles territoriales. Por otro lado, los actores académicos están vinculados a la generación y producción de conocimiento, como universidades, grupos de investigación y escuelas. Los actores sociales y comunitarios abarcan una amplia gama de organizaciones no gubernamentales y colectivos comunitarios. Finalmente, los actores económicos representan a entidades privadas, como empresas y negocios, que operan en el mercado (Ibarra-Gómez, 2020).

El análisis de las relaciones entre estos actores dentro de las redes de políticas públicas proporciona una comprensión más profunda de cómo se formulan y se implementan las políticas en un contexto específico (Klijn, 2008). Estas relaciones pueden ser de naturaleza intergubernamental (tanto verticales como horizontales) e intersectorial, y su estudio permite evaluar cómo se articulan los recursos y las capacidades para abordar los problemas públicos y lograr los objetivos de política.

Las relaciones entre los actores en una red de política pública pueden ser analizadas a través de la configuración de relaciones objetivas, las cuales se basan en el intercambio de información, contactos personales y elementos compartidos, que pueden ser medidos con precisión mediante diversas metodologías como encuestas, encuentros presenciales, flujos de comunicación y cuestionarios (Jordana, 2009). Este enfoque permite delimitar la

interrelación entre los actores involucrados en la política pública, ofreciendo una visión más concreta de su interacción dentro de la red.

Esta literatura destaca la importancia de comprender las especificidades del SNI al implementar políticas de apoyo a la innovación. En países rezagados en la frontera tecnológica, se requiere una construcción de capacidades tecnológicas y gerenciales antes de poder participar en innovaciones radicales. Además, es esencial diseñar incentivos financieros que tengan en cuenta las limitaciones de los innovadores locales y fomenten el aprendizaje y la interacción en el proceso de innovación.

El fracaso en comprender las especificidades de los sistemas nacionales de innovación puede llevar a la implementación de políticas que no sean efectivas y que no se ajusten a las necesidades y contextos específicos de cada país. Por lo tanto, es fundamental que los responsables de formular políticas comprendan la dinámica y las características de los sistemas de innovación nacionales para diseñar medidas de apoyo que sean adecuadas y efectivas.

Otros autores sostienen que la transición a nuevas políticas debe basarse en la experiencia y el conocimiento acumulado a través de estos marcos. Esto implica redefinir el papel de actores fundamentales, como el sector público, el sector empresarial y la sociedad civil. Desde esta perspectiva, propuestas como las políticas orientadas a la misión y orientadas al desafío intentan dar respuestas concretas a las demandas de este nuevo escenario (Catalá et al., 2020).

En estas nuevas plataformas, conceptos como la cocreación se combinan con el paradigma de la innovación abierta, el Modelo Triple, Modelos Cuadruple y Quintuple Helix, la estrategia del “triángulo del conocimiento” o incluso el enfoque de innovación responsable (Catalá et al., 2020). Así, el concepto de plataformas de innovación abierta (OIP) surge como cualquier entorno operativo, tecnología, sistema, empresa, producto o servicio cuyo desarrollo y/o producción de contenidos se haya abierto sistemáticamente a desarrolladores externos y creación de valor, y cuyos objetivos clave sean el beneficio producido por la plataforma. Los usuarios entre sí y el efecto de red que trae la participación. Este concepto de OIP está directamente relacionado con las APPs transformadoras y dinámicas antes mencionadas y también a la idea de facilitar la convergencia de tecnologías virtuales, sociales y físicas (VSP) como facilitador de la cocreación pública (Catalá et al., 2020).

Por otro lado, las redes tienen un impacto positivo en la creación de conocimiento y la combinación de los conocimientos, desencadenando un ciclo positivo de innovación. Las redes NDS, compuestas por diversos socios, se consideran un factor estimulante de la exploración de la innovación (Phelps, 2010).

El sistema regional de innovación se ha convertido en una prioridad clave para los políticos en muchos países y regiones avanzadas. Este concepto, también se ha demostrado que es relevante y aplicable a los nuevos países industrializados y las economías en desarrollo. Sin embargo, muy pocos estudios discuten la cuestión basándose en el contexto de estos países. Por lo tanto, el estudio selecciona tres sistemas de innovación regionales de biotecnología en Taiwán, un representante de los nuevos países industrializados, como sujetos de investigación (Shan, 2017).

La infraestructura de las ciudades inteligentes puede crear un ecosistema de colaboración único en el que los ciudadanos, los consumidores profesionales, industrias, universidades y centros de investigación pueden desarrollar productos innovadores, servicios y soluciones (Paolo, Lima y Paroutis, 2018). Al contrario del mercado de doble cara tradicional en el que participan solo dos tipos de actores (oferta y demanda), un ecosistema de ciudad inteligente implica una serie de actores que participan en el consumo público y privado, la producción, la educación, la investigación, el entretenimiento y las actividades profesionales. Esta colaboración exige altos niveles tanto de capital humano como social, ya que el proceso de innovación se basa en el conocimiento y el aprendizaje (Paolo, Lima y Paroutis, 2018).

Estos estudios revelan una transformación significativa en los enfoques y marcos conceptuales utilizados para abordar los desafíos contemporáneos. Desde el énfasis en la competitividad hasta la emergencia de paradigmas centrados en resolver grandes desafíos sociales y ambientales, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, se evidencia un cambio de enfoque hacia políticas de innovación transformadoras que priorizan la colaboración, la cocreación y la convergencia tecnológica.

Este panorama diverso refleja la complejidad de los problemas contemporáneos y la necesidad de enfoques innovadores y colaborativos para abordarlos de manera efectiva en el ámbito de las políticas públicas orientadas en ciencia, tecnología e innovación.

### **1.3 Marco normativo**

El análisis del marco normativo que sustenta la atención de un problema público es fundamental para comprender el contexto en el que se desarrolla la presente investigación. En este sentido, es importante identificar y analizar los documentos rectores que guían las políticas y acciones relacionadas con el planteamiento de este proyecto. A continuación, se hace referencia a tres documentos principales que proporcionan el sustento teórico y práctico necesario para abordar el problema identificado.

#### ***1.3.1 Constitución Política del Estado de Hidalgo***

Con relación a temas de producción científica e innovación, la Constitución Política del Estado de Hidalgo (s/f), en su artículo 8bis, párrafo quinto que a la letra dice: “El Estado apoyará la investigación científica, el desarrollo tecnológico y su aplicación práctica a través de la innovación, lo que permitirá ser más *competitivo* y la posibilidad de incorporar a los hidalguenses a la sociedad del conocimiento”.

Por otra parte, en la sección IV, se menciona, en el artículo 83 párrafo I y II:

En el desarrollo estatal concurrirán con responsabilidad, los sectores público, social y privado. Asimismo, el sector público del Estado podrá participar por sí o con los otros, de acuerdo con la Ley, para impulsar y organizar las áreas prioritarias de desarrollo del Estado, de conformidad con la legislación correspondiente (Constitución Política del Estado de Hidalgo, s/f).

Además, apunta:

Serán consideradas como áreas prioritarias del estado, la inversión y fortalecimiento permanente y sostenido de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación, con el objeto de contribuir al desarrollo económico del Estado, elevar la competitividad Estatal en el plano Nacional e internacional, y promover la formación de capital humano especializado en estas materias.

Finalmente, dentro del artículo 141, fracción XIII, el documento destaca la promoción del desenvolvimiento material, social, cultural, artístico, deportivo, científico, tecnológico y educativo en general, dentro de la comunidad. Esto con el fin de defender y preservar su ecología, a través de programas concretos, como facultades y atribuciones del municipio.

En este apartado es importante destacar que solo un número mínimo de ayuntamientos contemplan dentro de sus cabildos la comisión de ciencia y tecnología.

En lo relacionado a legislación en el estado de Hidalgo, en el año 2002 se creó el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Hidalgo (COCYTEH), por decreto constitucional. Esta fue una estrategia nacional de descentralizar las actividades en la materia a nivel nacional encabezada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). A partir de 2015, el consejo estatal se convirtió en el Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Hidalgo (CITNOVA).

### ***1.3.2 Ley Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación***

La evolución del marco normativo en el ámbito de la Ciencia, Tecnología e Innovación ha sido un proceso significativo en el desarrollo de políticas públicas dentro del estado de Hidalgo. Así, en 2005, se promulgó la primera Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación, que estableció los fundamentos legales para la promoción y el fomento de la actividad científica y tecnológica de la entidad.

Sin embargo, desde 2005, fecha de su promulgación, y hasta 2013, cuando se reformó, no ha habido una segunda actualización.

Menciona la Ley Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (2013), en la segunda sección, en sus apartados III y IV que:

III.- Las Políticas Estatales, Regionales y *Municipales*, deben prever un apoyo regular y de largo plazo a la ciencia y la tecnología, a fin de garantizar el fortalecimiento del potencial humano, la creación de instituciones científicas, el mejoramiento y modernización de la enseñanza de la ciencia, la integración de la ciencia en la cultura estatal, la creación de infraestructuras y el fomento de capacidades en materia tecnológica y de innovación;

IV.- El Estado, las empresas, la industria, las universidades e instituciones de investigación y enseñanza y las comunidades de investigación son los responsables de un Sistema Estatal de Ciencia, Tecnología e innovación que sea efectivo.

Otro de los antecedentes relacionados con la legislación estatal se hizo en 2006, pues con el fin de dar un seguimiento al fortalecimiento de las instituciones que se tenían que crear para que el ecosistema de CTI se desarrollara, se creó en el congreso local la Comisión de Ciencia Tecnología e Innovación, lo que dio pauta para analizar y poner en marcha iniciativas



de ley que incrementaran la participación de las comunidades que integran el ecosistema en beneficio del desarrollo estatal.

Asimismo, en la **Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Hidalgo**, se creó el Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Hidalgo (COPLADEHI), con una comisión estatal de CTI y el Comité de Planeación para el Desarrollo Regional (COPLADER), en el cual se registró una subcomisión de ciencia, tecnología e innovación, integrada por el sistema regional de CTI.

Finalmente, de acuerdo con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2015), se elaboró la Agenda Estatal de Innovación, misma que contiene los sectores con alto potencial para ser desarrollados desde la CTI. En este documento se tomó el modelo de la Unión Europea, bajo la integración de sistema nacional y regional de innovación, y para 2017, se planteó la versión 2.0 y en 2019 la versión 3.0 como actualizaciones de este mismo documento.

## Capítulo II. Marco contextual

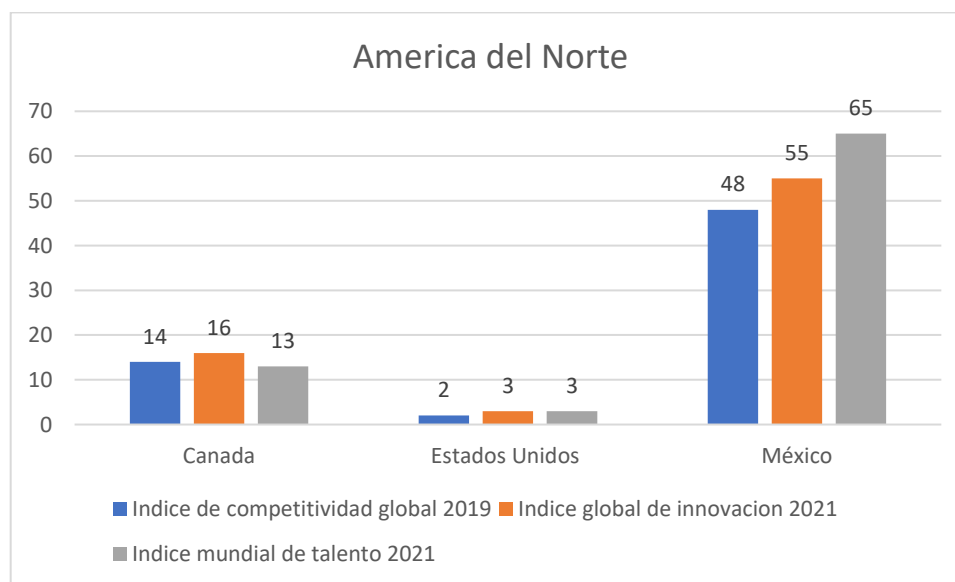
### 2..1 México en el mundo

A nivel internacional se han desarrollado diferentes metodologías que sirven para medir el grado de desarrollo y competitividad de los países. En este contexto se mencionarán tres de ellas, que para efectos de este trabajo de investigación, sirven para enmarcar el desempeño de nuestro país. La primera de ellas es el *Índice de Competitividad Internacional*, editado por el Foro Económico Mundial, mediante el reporte global de competitividad 2019, mismo que ubica a México en el lugar **48** de 141 economías evaluadas. La calificación tomó como base 12 pilares generales de este ranking: instituciones, infraestructura, adopción de tecnologías de la información y comunicación, estabilidad macroeconómica, salud, habilidades, mercado de productos, mercado laboral, sistema financiero, tamaño de mercado, dinamismo empresarial y capacidad de innovación (Schwab, 2019). Es importante comentar que los últimos dos pilares integran el ecosistema de innovación para este índice.

De acuerdo con la segunda metodología, el *Índice Global de Innovación*, coeditado por la Universidad de Cornell, en Estados Unidos, el Instituto Europeo de Administración de Negocios (INSEAD) y la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), México ocupa el lugar **55** de 132 economías, midiendo siete pilares: instituciones, capital humano e investigación, infraestructura, sofisticación de mercados, sofisticación de negocios, generación de conocimiento y tecnología y salidas creativas (GII, 2021).

Finalmente, el *Índice Mundial del Talento 2021*, ubica a nuestro país en el lugar **65** de 134 países, tomando como referencia tres factores: inversión y desarrollo de talento local, capacidad del país en aprovechar el talento en el extranjero y disponibilidad de habilidades y competencias en el grupo de talentos (IMD: Institute for Management Development, 2019). Es importante destacar que los tres índices tienen relación directa con el sistema nacional de innovación de cada país al involucrar al sector académico, gubernamental, productivo y social. En la siguiente gráfica se puede apreciar la clasificación de los tres índices, donde se observa la situación de México, a través del Tratado de Libre Comercio México-Estados Unidos-Canadá (T-MEC).

**Figura 1.** Integración económica a través del Tratado de Libre Comercio

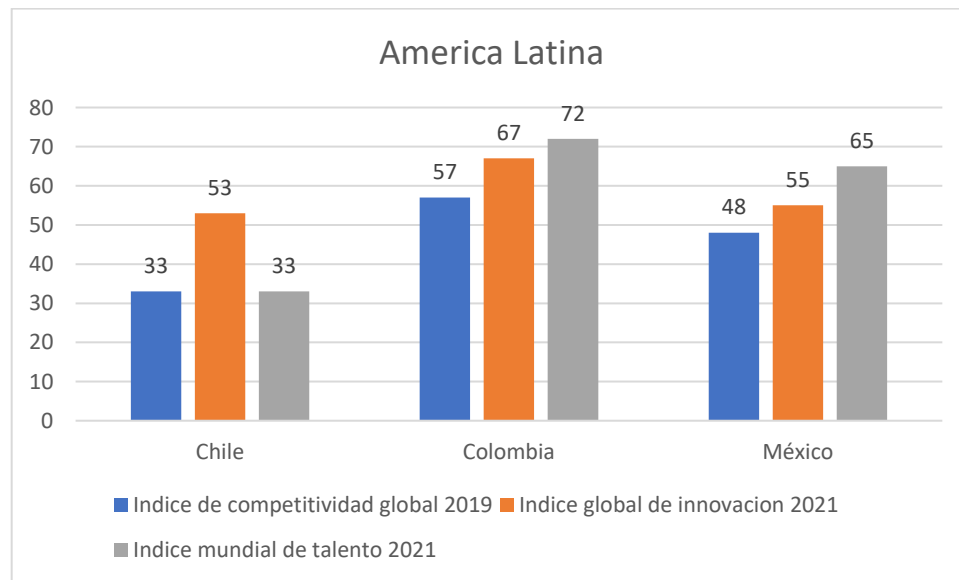


Nota: Elaboración propia

Al resaltar la gran diferencia entre los tres países, es importante definir estrategias a corto, mediano y largo plazo que permitan disminuir una brecha que se amplía de manera constante. Sin embargo, un elemento tan importante, como lo es la inversión que se destina a la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) en nuestro país, no ha cambiado durante las últimas cuatro administraciones (lo que incluye la alternancia de diferentes corrientes políticas), por lo que se puede interpretar que el sistema nacional de innovación no es una prioridad de política pública para el país.

En la siguiente gráfica se analiza la situación de México en el contexto latinoamericano, tomando como referencia a Chile y Colombia.

**Figura 2.** Índices de competitividad, innovación y talento en América Latina



Nota: Elaboración propia

Se puede apreciar que Chile posiciona en mejores niveles de desarrollo en estos indicadores, mientras que Colombia está muy cerca de alcanzar los niveles que México tiene en la actualidad, acotando que en el Índice mundial de talento se encuentra mejor que nuestro país, y se considera que el talento es el principal generador de ventaja competitiva (Índice de Competitividad Internacional, 2019).

Para conocer la situación de México a nivel mundial, y tomando como referencia los componentes los pilares 11 y 12 del *Índice Internacional de Competitividad*, en estos pilares se puede definir el ecosistema de innovación de nuestro país. Un dato importante en el pilar 11, es el indicador de Cultura emprendedora, en donde México se encuentra en el lugar **87**, a comparación del primer lugar, Israel. En cuanto al pilar 12, la Capacidad de innovación se evalúa basado en el total de componentes, de acuerdo con la siguiente tabla.

**Tabla 1.***Capacidad de innovación México*

Pilar 12	
Capacidad de innovación: lugar 52	
Interacción y diversidad	62
Diversidad de mano de obra	79
Estado del desarrollo de clústeres	36
Coinversiones internacionales	62
Colaboraciones múltiples de partes interesadas	71
Investigación y desarrollo	45
Publicaciones científicas	35
Solicitudes de patentes	59
Gastos en investigación y desarrollo % del PIB	64
Prominencia de instituciones de investigación	22
Comercialización	58
Sofisticación del comprador	67
Solicitudes de marca	52

Nota. Elaboración propia, con datos del *Índice Internacional de Competitividad*.

En el tema de Investigación y desarrollo, México ocupa el lugar 45, y en los subtemas de Publicaciones científicas, el lugar 35. Mientras que las solicitudes de patente, y sobre todo, el gasto en Investigación y desarrollo y el porcentaje de PIB, reflejan un punto crucial en la posición global del ecosistema de innovación, así como las colaboraciones múltiples de las partes interesadas como los consorcios de innovación global, la diversidad de mano de obra como otro factor fundamental y las coinversiones internacionales íntimamente relacionadas al gasto en investigación y desarrollo. La composición del sistema nacional de innovación está integrada por la comunidad académica, empresarial, gubernamental y grupos de la sociedad civil (Dutrénit, 1986), a nivel estatal y tomando como base los estados colindantes con el estado de Hidalgo, este se ubica en la posición 15 de 32 entidades en cuanto a índices de competitividad, como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 2.**

*Competitividad Estatal por entidad colindante*

<b>Estado</b>	<b>Posición</b>
Estado de México	20
Hidalgo	15
Puebla	7
Querétaro	1
San Luís Potosí	17
Tlaxcala	14
Veracruz	22

Nota. Elaboración propia

**Figura 3. Hidalgo competitividad estatal**



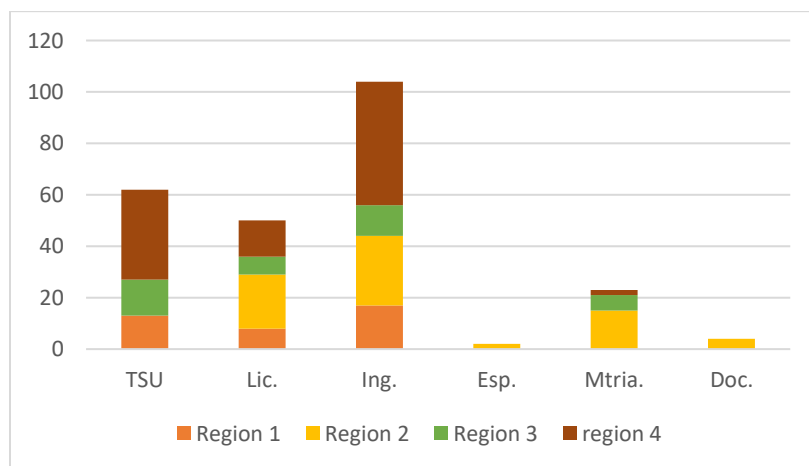
Nota. Elaboración propia

## **2.2 Ámbito estatal**

A nivel estatal se toman como base de análisis las 19 Instituciones de Educación Superior Públicas (IESp), agrupadas en ocho universidades tecnológicas, seis universidades politécnicas, tres institutos tecnológicos superiores, una universidad intercultural y un colegio estatal, con una oferta educativa de 62 carreras de Técnico Superior Universitario,

50 Licenciaturas, 104 ingenierías, 2 especialidades, 23 maestrías, 6 incorporadas al Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) y 4 doctorados, de los cuales 3 tienen registro PNPC. En la figura 4 se muestra la Oferta regional.

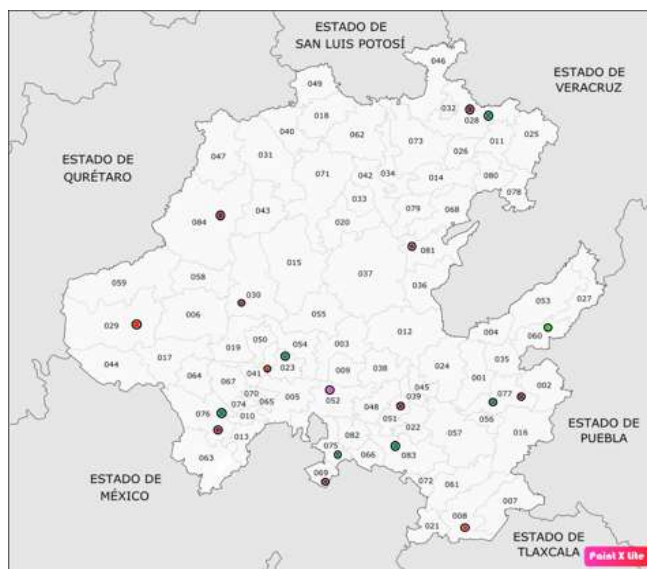
**Figura 4. Oferta académica por región**



Nota: Elaboración propia

En la siguiente figura se muestra la distribución de las Instituciones de Educación Superior Públicas a lo largo de la entidad.

**Figura 5. Distribución geográfica de las IESp**



Nota: Elaboración propia.

De las 19 IES, cuatro universidades ofrecen posgrados incorporados al padrón nacional de posgrados de calidad del CONACYT.

**Tabla 3.**

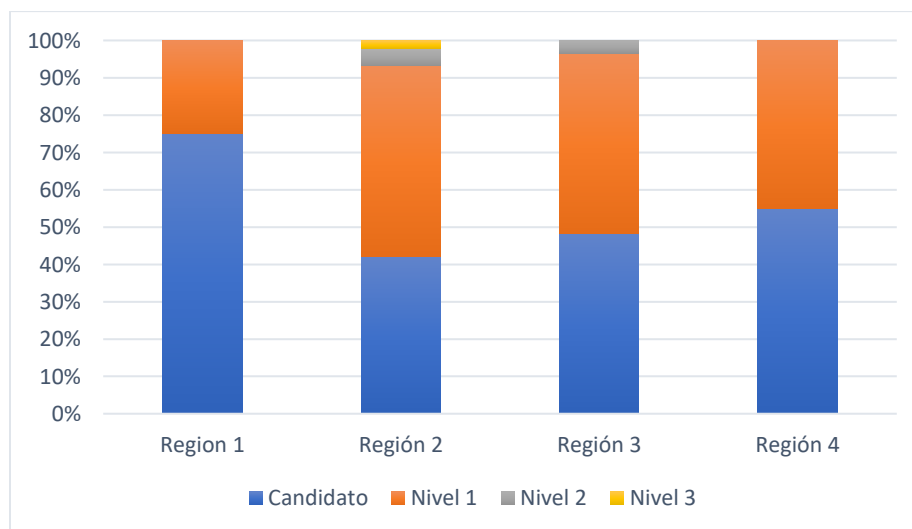
*IES con oferta académica de posgrados en el PNPC*

<b>IES</b>	<b>Maestría</b>	<b>Doctorado</b>
UPP	1	2
UPT	2	1
UPMH	1	-
COL-HGO	2	-
<b>Total: 9</b>	<b>6</b>	<b>3</b>

Nota. Elaboración propia

En cuanto a investigadores incorporados al Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras (SNI) del CONACYT, hasta enero de 2021, se tienen registrados en la entidad 533 investigadores, de los cuales 98 pertenecen a las IES de estudio divididos de la siguiente manera, 47 son candidatos, 47 nivel 1, 3 nivel 2 y 1 nivel 3, lo que representa el 18.38% del total estatal.

**Figura 6. Investigadores SNI por región**



Nota: Elaboración propia.



El estado de Hidalgo está dividido políticamente en 84 municipios, a su vez, para este trabajo de investigación y por cuestiones metodológicas, lo hemos subdividido en cuatro regiones, distribuidas de la siguiente manera: Región I, denominada Sierra-Huasteca, con 28 municipios (en color coral en el mapa), Región II Apan-Tulancingo, con 17 municipios (en color guinda), Región III, Pachuca-Tizayuca, 13 municipios (en color verde), y Región IV, Valle del Mezquital, con 26 municipios (en color amarillo).

**Figura 7. Distribución regiones de Hidalgo**



Nota: Elaboración propia.

### ***a) Región I***

Integrada al interior por dos universidades tecnológicas y una universidad politécnica, cuenta con una oferta académica de 13 carreras de Técnico Superior Universitario, ocho Licenciaturas y 17 Ingenierías. Actualmente no cuentan con los niveles de especialidad, maestría y doctorado, tampoco cuentan con centros de investigación. Respecto a investigadores incorporados al Sistema Nacional de Investigadores Investigadoras (SNI) del

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), solo una universidad registra cuatro investigadores de los cuales, tres son candidatos y uno nivel 1, lo que representa un 4.08% del total de investigadores.

#### ***b) Región II***

Esta región tiene distribuidas en su geografía una universidad intercultural, dos universidades politécnicas, un instituto tecnológico superior y una universidad tecnológica. La oferta académica está dada por 21 programas de licenciatura, 27 ingenierías, 2 especialidades, 15 maestrías y 4 doctorados. En este contexto es importante destacar que tres maestrías y tres doctorados están reconocidos por el CONACYT como posgrados de calidad. En cuanto al tema de investigadores registrados en el SNI, la región cuenta con 45 investigadores de los cuales 19 son candidatos, 23 son nivel 1, dos nivel 2 y uno como nivel 3, es importante comentar que en esta región se concentran el 45.91% de los investigadores totales.

#### ***c) Región III***

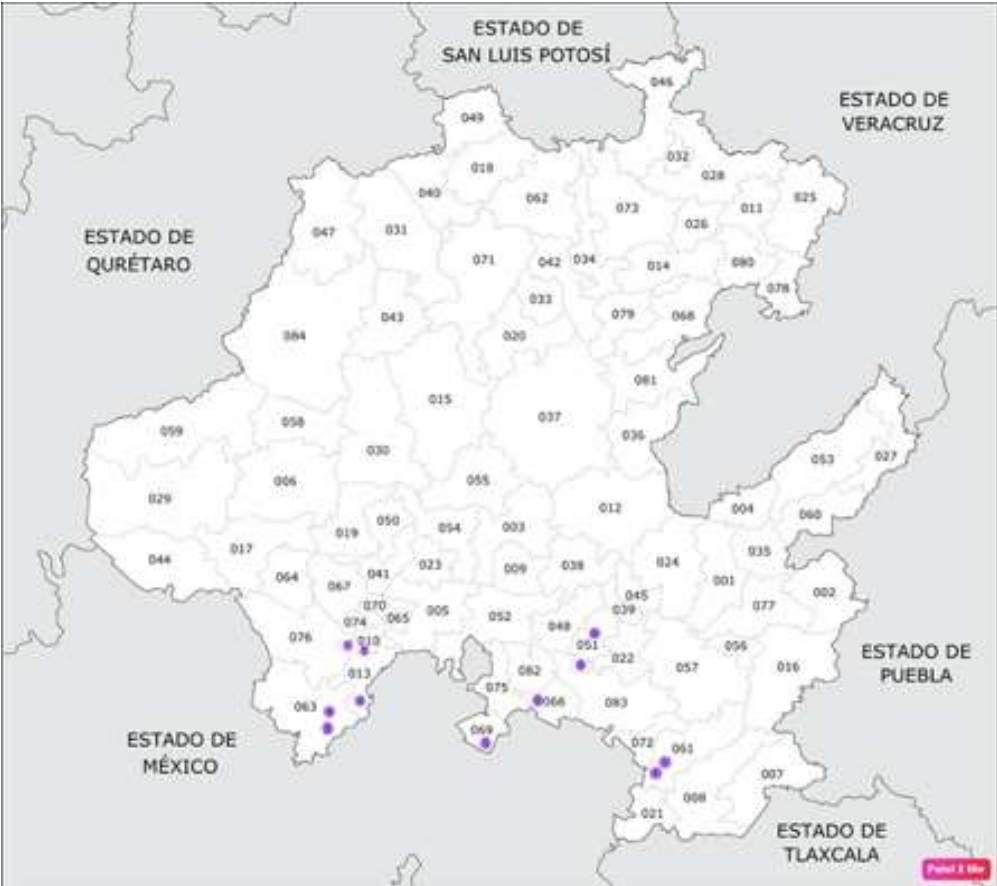
En este espacio geográfico se ubican tres universidades tecnológicas y una universidad politécnica. La oferta académica está constituida por 14 carreras de técnico superior universitario, siete licenciaturas, 12 ingenierías y seis maestrías de las cuales tres se encuentran registradas en el padrón de posgrado del CONACYT, en cuanto a investigadores que pertenecen al SNI, la región cuenta con 29 miembros de los cuales 14 son candidatos, 14 nivel uno y uno nivel dos, lo que representa el 29.59% respecto al total.

#### ***d) Región IV***

Alberga a siete instituciones de educación superior clasificadas de la siguiente manera: tres universidades tecnológicas, dos universidades politécnicas y dos institutos tecnológicos superiores, los cuales tienen una oferta académica de 35 carreras de técnico superior universitario, 14 licenciaturas, 48 ingenierías y dos maestrías. Respecto a investigadores registrados en el SNI, la región cuenta con 20 investigadores, de los cuales 11 son candidatos y nueve son nivel uno, lo que representa, el 20.40%.

De acuerdo con datos del sector empresarial en la entidad, se registra la existencia de 11 parques industriales. Asimismo, se encuentran ubicadas en territorio estatal dos delegaciones de la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA) Pachuca y Tizayuca, siendo sus sectores clave, agroindustria, productos químicos, textil, metal-mecánica, automotriz, minería, turístico y productos para la construcción. De igual manera, hay tres asociaciones de industriales y un Consejo Coordinador Empresarial (CCEH). Por otra parte, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se menciona que existen al interior del estado 121,363 establecimientos comerciales.

*Figura 8. Establecimientos comerciales de Hidalgo*



Nota: Elaboración propia.

**Tabla 4.***Parque industrial de Hidalgo*

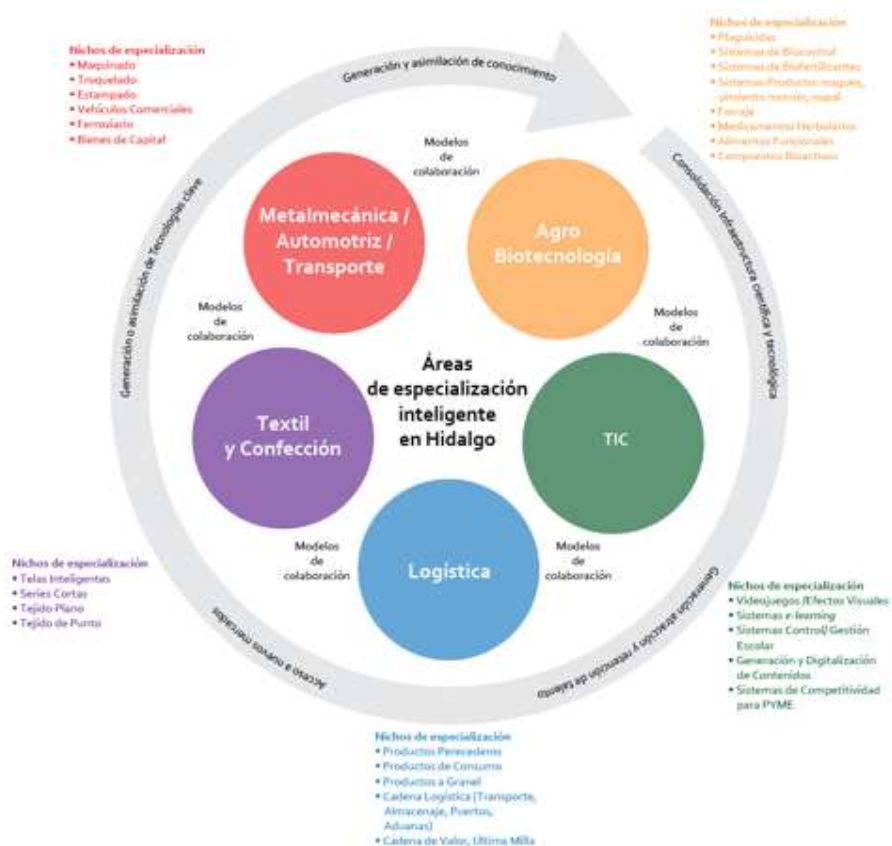
<b>Parque industrial</b>	<b>Municipio</b>	<b>Especialización</b>
PLATHA	Villa de Tezontepec	Logística, Alimentos, equipamiento industrial
Atitalaquia	Atitalaquia	Alimentos, Logística, Construcción
Tula	Atitalaquia	Petroquímica, Plásticos, Farmacéutica, Construcción
Tepeji del Rio	Tepeji del Rio	Alimentos, Bebidas, Textil, Químicos, Logística
Tepeji Park	Tepeji del Rio	Alimentos, Industrial, Eléctrico, Logística
Tizayuca	Tizayuca	Metalmecánica, Logística, Alimentos, Bebidas
La Reforma	Mineral de la Reforma	Alimentos, Bebidas, Construcción, Distribución
Metropolitano	Mineral de la Reforma	Automotriz, Textil, Confección
Sahagun	Tepeapulco	Automotriz, Metalmecánica
MMyME	Tepeapulco	Metalmecánica
QUMA	Atotonilco de Tula	Industrial, Comercial, Servicios

Nota. Elaboración propia

En cuanto al sector gubernamental, y como parte de la política pública de ciencia, tecnología e innovación, en 2002 se creó el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Hidalgo (COCYTEH). Posteriormente, en 2015, se convierte en Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Hidalgo (CITNOVA). Para 2005 se promulga la primera Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación, y en 2013 se reforma en el congreso del estado. Se integra la comisión de CTI en la Ley de Planeación, para el desarrollo del estado de Hidalgo, y se crea el Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Hidalgo (COPLADEHI), con una comisión estatal de CTI y el Comité de Planeación y Desarrollo Regional (COPLADER), en el cual está registrado una subcomisión de ciencia, tecnología e innovación, integrada por el sistema regional de CTI. En 2015, se elabora la agenda estatal de innovación, misma que

contiene los sectores con alto potencial para ser desarrollados desde la CTI (CONACYT, 2015).

Figura 9. Área de especialización inteligente de Hidalgo



Nota: FUMEC, con base en la reflexión del Grupo Consultivo y la validación del Comité de Gestión.

Finalmente, con respecto al sector social, Hidalgo tiene una población de 2,875,799 habitantes, una cobertura de internet de 60% y de educación superior de 40%.

### Capítulo III. Metodología

El análisis de redes es una metodología que analiza de manera diferente los datos que se requieren, en este sentido se debe recordar que el mundo es un conjunto de redes, por lo que es necesario definir qué red se va a estudiar. Tomando como base la pregunta que va a definir las relaciones que se desean estudiar en un tiempo y espacio concreto.

Es decir, es importante tener claridad en qué actores y relaciones se analizarán, así como los indicadores relacionales. En este sentido, y para este estudio en particular, se utiliza el método realista para la selección de actores ya que ellos definen quienes son los agentes con los que se relaciona, es decir ellos ponen el límite de las relaciones.

Una vez identificados los actores, se tiene que definir cuáles con las relaciones que se desean medir, en este caso, los vínculos que se dan entre las IES seleccionadas, mediante los convenios generales de colaboración y los convenios específicos que implican la investigación y el desarrollo experimental. Finalmente, se define el tipo de relaciones entre actores, lo que implica si son relaciones simples (binarias), o relaciones múltiples, es decir, de intensidad. Para el presente estudio se optó por relaciones simples, dirigidas y adyacentes, es decir, de actor a actor.

Después de definir a los actores, las relaciones para medir y los indicadores relacionales, se procede a recoger la información mediante un cuestionario dirigido a directores y secretarios académicos de las universidades seleccionadas, para posteriormente procesar la información, construir una matriz de adyacencia y poderla analizar en el software UCINET 6 y Key player dos.

En México y América Latina, se ha escrito lo suficiente sobre los actores que intervienen en la toma de decisiones en diversos campos del conocimiento y actividades cotidianas, que involucran en este caso en los actores de las comunidades que integran el ecosistema de ciencia, tecnología e innovación (comunidad académica, la empresarial, gubernamental y de la sociedad civil), y los diálogos que se establecen entre ellos para generar acuerdos y consensos. La gran mayoría de estos documentos lo analizan desde una perspectiva cualitativa, Dutrénit, Lund Val, Philip Cook, entre otros. En este contexto surgió la inquietud de analizar estas relaciones utilizando una metodología mixta, es decir, tanto cualitativa como cuantitativa, con el fin de poder tener una perspectiva diferente hasta las ahora poco utilizadas mediante el análisis de redes, por lo que se define la estrategia para

establecer un instrumento para obtener la información necesaria siendo este la aplicación de un cuestionario con dos preguntas fundamentales que sirvieron para alimentar el modelo, que son los convenios generales de colaboración y el gasto en investigación y desarrollo experimental, mediante la firma de convenios específicos de colaboración que se da al interior del ecosistema, lo cual es el fundamento que permita construir una política pública entre los actores del ecosistema. No se debe olvidar que vivimos y actuamos en redes y que para que se dé una circularidad del conocimiento, es fundamental la colaboración entre actores del ecosistema.

De manera cualitativa, el análisis de actores da una perspectiva del comportamiento del ecosistema y una lista de actores participantes en el mismo, entre otros parámetros; sin embargo, no se percibe en torno a definición de indicadores el flujo de estos, la cohesión, la centralidad indicadores fundamentales para crear políticas públicas participativas y basadas en evidencia y resultados, así como la evolución de la misma. Por lo que era de interés profundizar en la relación de los actores y determinar parámetros que a simple vista no se pueden apreciar, como lo es el Grado de cohesión y la Centralidad de actores que permitan articular programas estratégicos como parte de una política pública participativa.

Para poder alcanzar los objetivos planteados, se procedió a definir una estrategia metodológica iniciando con la definición de instituciones de educación superior, motivo del presente estudio, por lo que se seleccionaron universidades politécnicas, tecnológicas, institutos tecnológicos superiores, un colegio estatal y una universidad intercultural, todas incorporadas a la Secretaria de Educación Superior de Hidalgo. Esto permitió poder poner a disposición los resultados e incorporarlos al diseño de políticas públicas colaborativas que posicionen a las IES como generadoras del conocimiento y utilizado por todo el ecosistema de ciencia, tecnología e innovación para mejorar la productividad y competitividad del ecosistema, posterior a esto se realizaron reuniones de trabajo con la Secretaria antes mencionada, con la subsecretaria de educación superior, con rectores y directores generales de las IES mencionadas y con los secretarios académicos de las mismas a fin de explicar los alcances del estudio y la importancia del mismo, por lo que se dio la autorización y se definió a los directores académicos como los responsables de facilitar la información solicitada mediante la aplicación de un cuestionario, este instrumento estuvo diseñado con quince preguntas siendo las más importantes las referentes a los convenios generales de colaboración

de las IES antes mencionadas con los actores de las comunidades que integran el ecosistema es decir entre IES, gobiernos en sus diferentes órdenes, cámaras empresariales y empresas, así como organizaciones de la sociedad civil. Lo anterior en un contexto estatal, nacional e internacional, y la segunda pregunta referente a los convenios específicos de colaboración lo que refleja los compromisos generados por actores del ecosistema ya con aportación de recursos y con productos entregables más específicos lo que permite el fomento de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.

Después del proceso de la información se procedió a medir los resultados mediante el software UCINET, versión 6.0, para conocer los indicadores, motivo del presente estudio, como lo es la cohesión y la centralidad del ecosistema formado por la IES. Asimismo, se utilizó el software key player 2 con la finalidad de determinar cuáles son los actores clave que pueden intervenir en el diseño colaborativo de la política pública de ciencia, tecnología e innovación o sus reformas.

De manera cualitativa podemos dar cuenta que existe un ecosistema de innovación en la entidad formado por cuatro comunidades y generado a partir de las IES, esto desde una perspectiva de tetra hélice, de igual manera se da interacción entre las comunidades.

En este contexto podemos dar cuenta que existe un ecosistema de CTI, con actores de las distintas comunidades, que tienen comunicación e intercambio de información entre ellas y es posible saber de qué tipo de actor se trata, así como a qué comunidad pertenecen, con quienes tienen convenios generales de colaboración y convenios específicos de investigación y desarrollo experimental, lo que nos da una perspectiva del ecosistema. Sin embargo, la parte cuantitativa con la medición de los indicadores nos permite ver el grafo de la red, el Grado de cohesión y fragmentación de la red, cómo se mueve el conocimiento mediante mecanismos concretos como lo es la investigación y el desarrollo experimental, es decir, la generación del conocimiento, quién lo está consumiendo y quiénes son los actores con mayor grado de centralidad. Esto es fundamental, pues permite definir estrategias para entender si se requiere una política con actores centralizados y buscar especialización o más cohesionada y proponer en diversificación de bienes y servicios de carácter científico, tecnológico y de innovación utilizando las capacidades de cada IES de manera integrada que potencialice el desarrollo del estado, por mencionar un ejemplo.

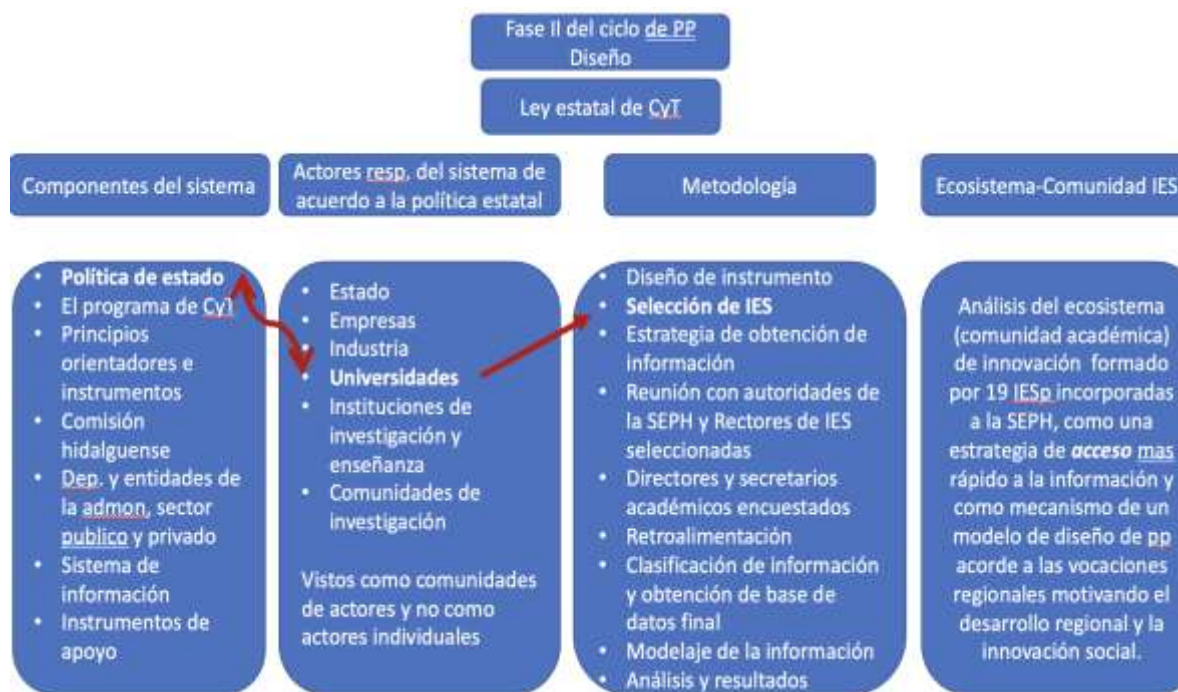


Por otra parte, resulta fundamental medir el comportamiento de la red a través del tiempo, su composición y tendencia hacia la actualización de programas y proyectos de política pública, las alianzas que se generan con las comunidades del ecosistema, la generación y consumo de conocimiento, la innovación social entre otros elementos trascendentales, y el camino hacia las tecnologías emergentes del futuro.

### 3.1 Cualitativa:

La parte cualitativa inicio con la representación del ecosistema de ciencia, tecnología e innovación contenida en la Ley Estatal de Ciencia y Tecnología, en la materia teniendo como resultado el siguiente esquema.

Figura 10. Representación del ecosistema estatal de innovación



Nota: Elaboración propia.

La Ley Estatal de Ciencia y Tecnología, al ser un elemento fundamental desde la perspectiva de la fase del diseño de las políticas publicas, establece una política de estado conformada por documentos normativos descritos en el esquema anterior, en la Ley también

se describen los actores responsables ecosistema que Dutrénit integra como comunidades. En este trabajo de investigación se seleccionaron a las IESp como articuladoras del ecosistema mediante la creación de alianzas con las demás comunidades del ecosistema a través de la generación de conocimiento.

Como parte del proceso de investigación, se aplicaron cuestionarios a secretarios y directores académicos con autorización de los rectores de las IESp seleccionadas.

**Figura 11.** *Muestra de aplicación de cuestionarios en IESp a actores del ecosistema*



Asimismo, se realizaron reuniones de seguimiento con distintas autoridades que involucran a los actores del ecosistema como Secretario y Subsecretario de Educación Superior, Secretario de Planeación y Prospectiva, así como rectores y/o directores generales de las IESp, además de los secretarios y/o directores académicos.

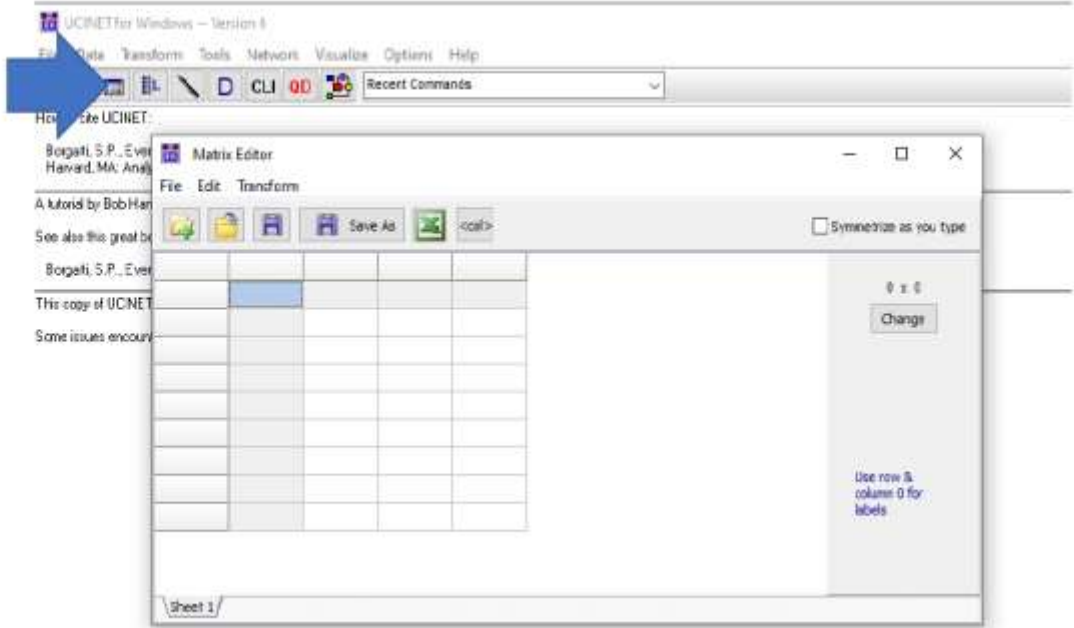
**Figura 12.** Reunión con actores estratégicos del ecosistema estatal de innovación



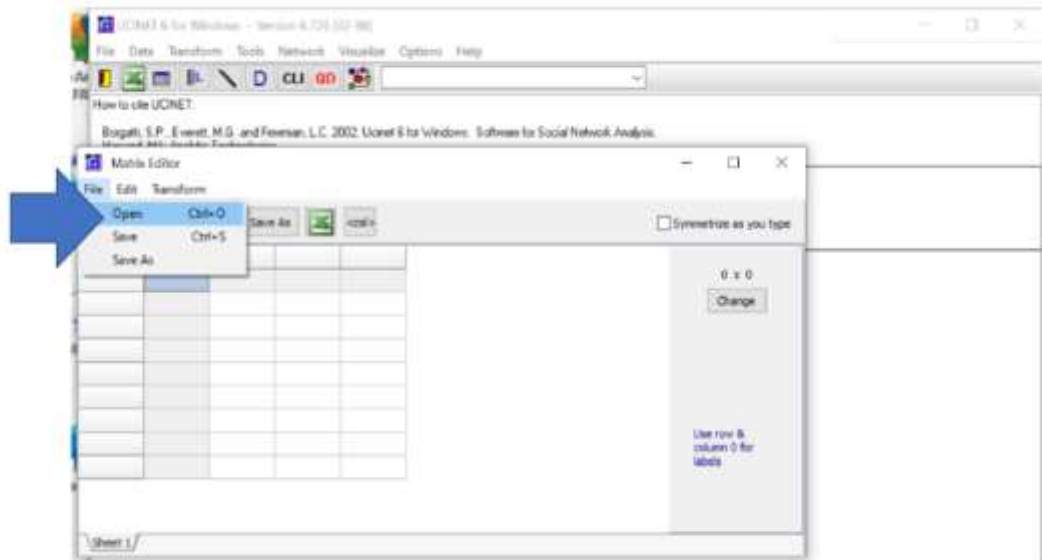
### **3.2 Etapa cuantitativa**

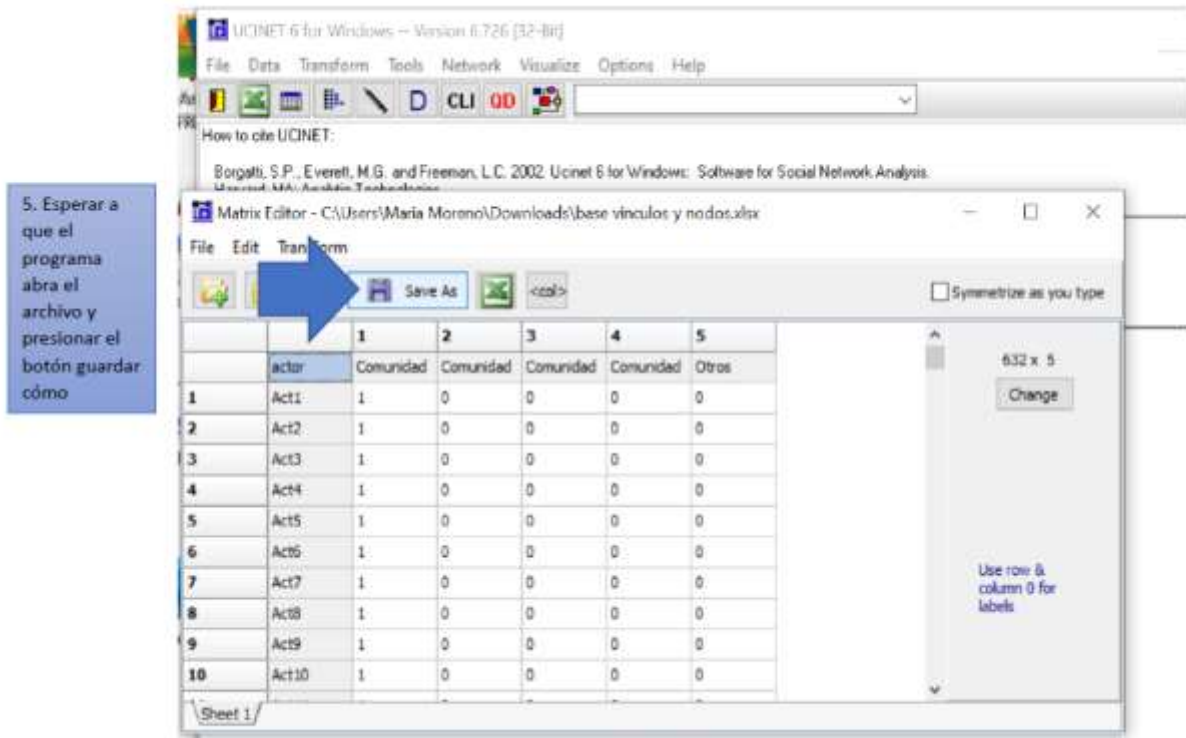
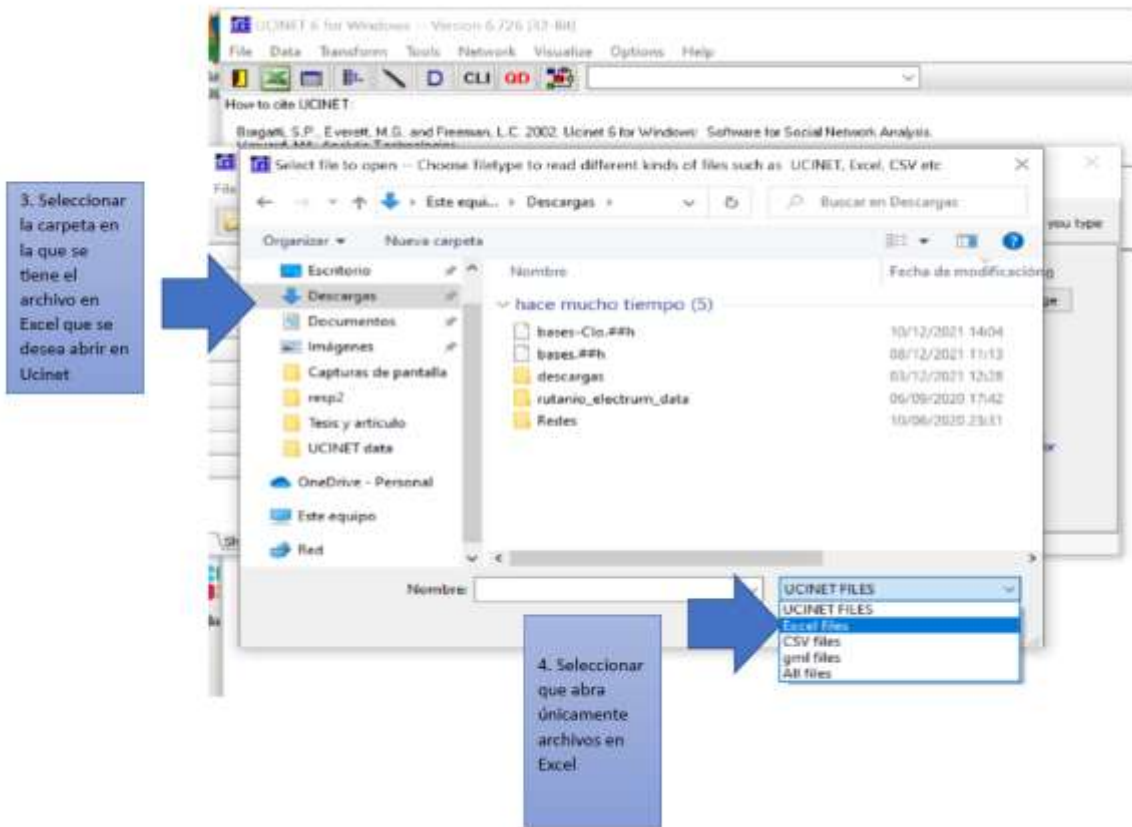
Para esta etapa se realizó un análisis de redes con el software Ucinet, para ello se realizaron los siguientes pasos:

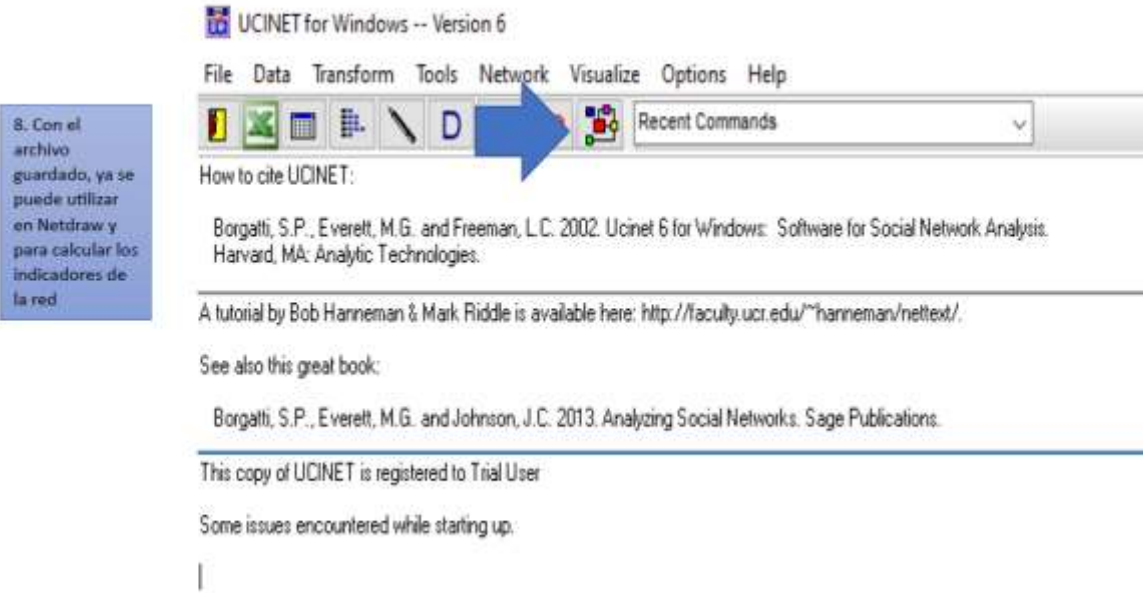
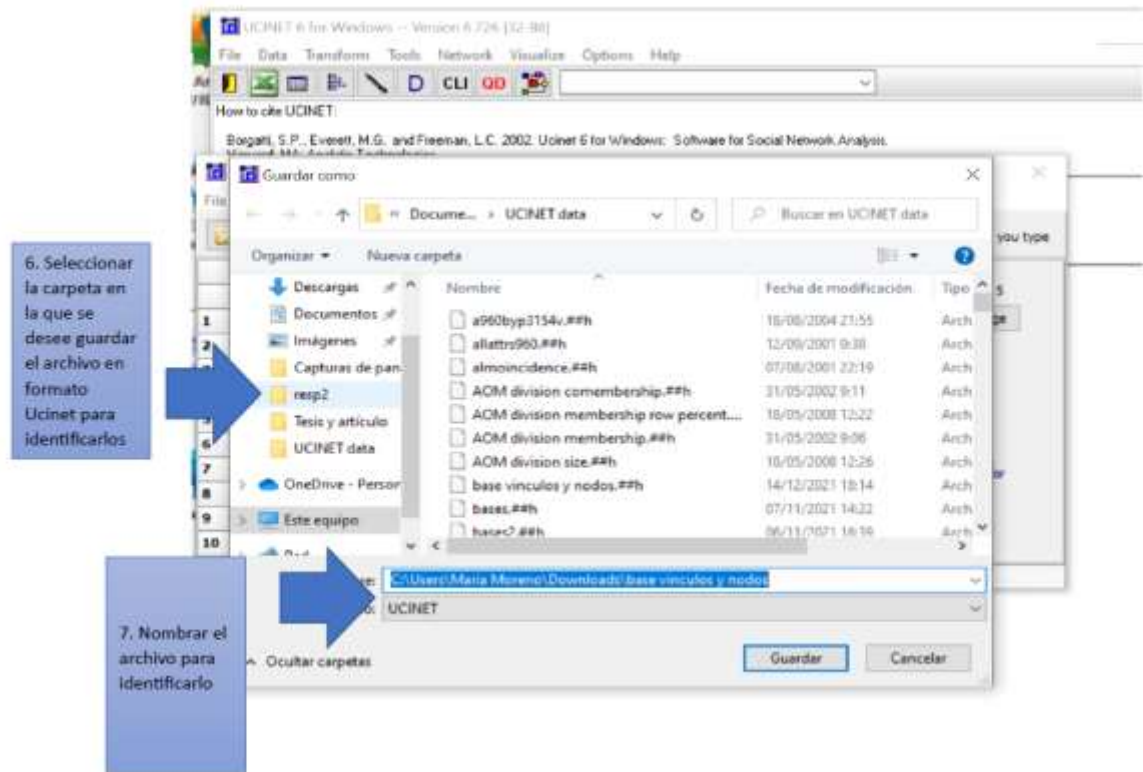
1. Seleccionar el editor de matrices que señala la flecha



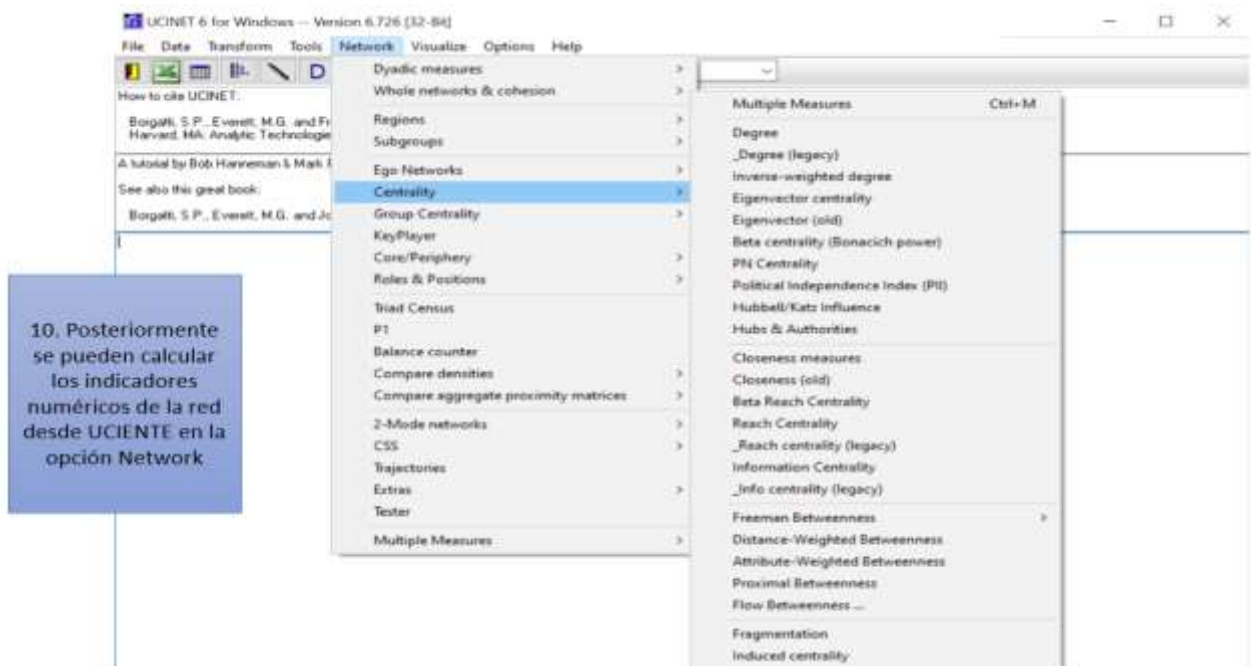
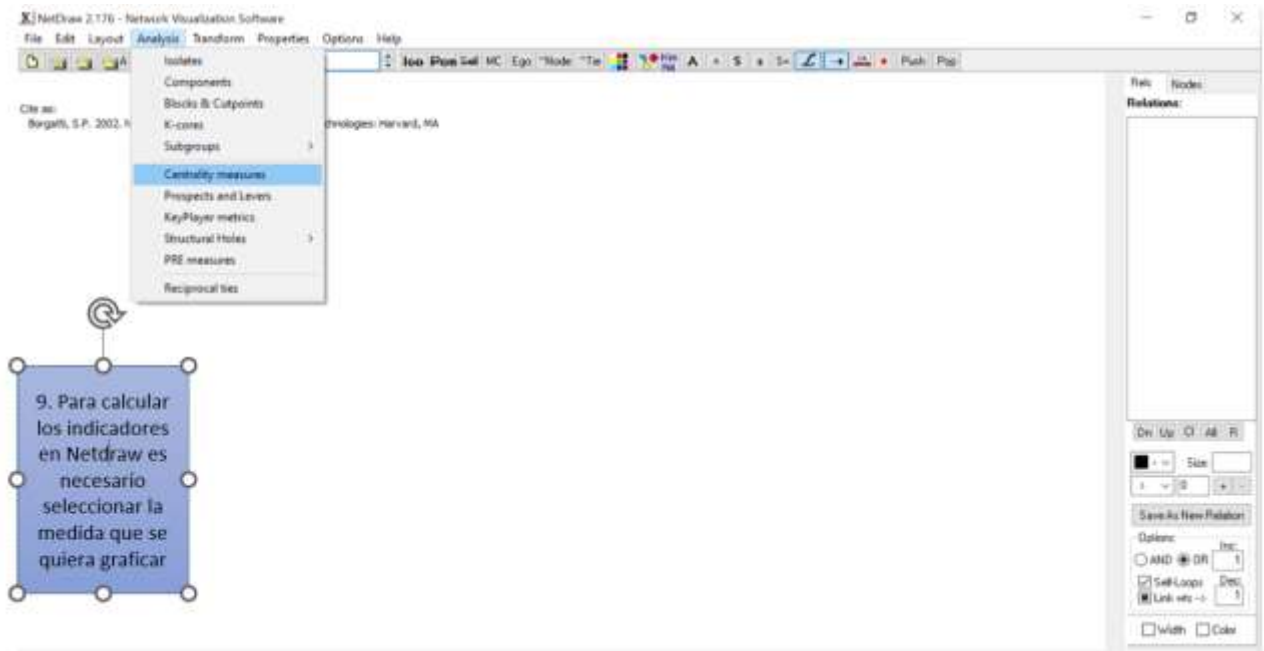
2. Seleccionar File y luego Open en el menú de opciones











## Capítulo IV. Sistema de innovación

### 4.1 Sistema de innovación

#### 4.1.1 *Ámbito global*

A principio de 1980 apareció el concepto de Sistema de innovación, desarrollado por Freeman, mismo que tomó gran relevancia y se fortaleció de manera simultánea en Europa y Estados Unidos, principalmente dentro de los ámbitos académico y empresarial, posteriormente surgió el concepto de Sistema Nacional de Innovación (SNI), desarrollado por Freeman y Lund Vall. Con el paso del tiempo, este concepto cobró gran importancia al interior de la parte gubernamental, hasta llegar a formar parte de los discursos del sector político. Actualmente es inspiración de investigaciones y trabajos especializados en todos los actores que forman parte de los sistemas nacionales de innovación.

Bajo esta perspectiva, el concepto de Sistema Nacional de Innovación está definido como los elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de conocimiento nuevo y útil desde el punto de vista económico que están localizados en una región determinada (Lund Vall, 2007). Este autor, analiza el concepto en tres dimensiones: la parte nacional, la parte de sistema y el componente de 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 Lund Vall, 1993). 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 (Lund Vall, 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 primera introducción en el mercado. El proceso de innovación está envuelto en un proceso dinámico, que implica una interacción entre los fenómenos micro



y macro, en el cual las macroestructuras condicionan a las microestructuras y a su vez estas últimas moldean a las macroestructuras, por lo que caracterizan por la coevolución y la auto organización (Lund Vall, 2007).

En este sentido, el éxito económico de las personas, organizaciones y regiones en la economía actual depende del conocimiento y por tanto, el proceso más importante es el aprendizaje, la capacidad de aprender tiende a convertirse en el factor más importante detrás del éxito económico de las personas, organizaciones y regiones (Lund Vall y Johnson, 1994; Sánchez y Zapata, 2014).

El enfoque de sistemas de innovación surge para desarrollar organizaciones, relaciones y patrones profesionales que promueven el desarrollo de competencias. Por tanto, el análisis de los sistemas de innovación 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 da forma al sistema de innovación, mismo que también está evolucionando en un proceso de destrucción creativa tanto del conocimiento como de las relaciones (Lund Vall, 2007; Dutrénit, G, 2019).

Para continuar con el enfoque de sistemas de innovación, el análisis se puede enriquecer con el modelo de la Triple Hélice, pues 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 sistemas de innovación que permiten o impiden su desarrollo (Etzkowitz et al., 2000). La Triple Hélice se encuentra en lugares donde la creación de conocimiento y la aplicación del conocimiento se articula por el gobierno local, para impulsar la creatividad y la innovación, y generar con ello entornos locales más competitivos y atractivos como parte de una Economía Inteligente (Paolo, Lima y Paroutis, 2018; Leckel, Veilleux y Paul Danac, 2020).

Esto obedece a que la formulación de políticas, debe centrarse en la especificidad regional para optimizar sus resultados, para lo que es indispensable avanzar hacia el concepto de innovación al marco Cuádruple Hélice, en la que el mundo académico y la industria interactúan y colaboran, mientras que el gobierno coordina y facilita la aplicación de los instrumentos de política, y la sociedad civil, por su parte, constituye la cuarta hélice al interactuar con todo lo anterior de una dirección de abajo hacia arriba, lo que desempeña un

papel central en el impulso de la innovación centrada en el usuario al servir tanto a la sociedad como a la economía (Carayannis, Goletsis y Grigoroudis, 2018).

En general, la visión sistémica parte de que es un proceso que abarca más allá de sus componentes, además de que la interacción entre sus elementos y los procesos surgidos de ello, producen entramados únicos. Estos tienen que ver con fenómenos de dinámica y estructura a nivel micro y macro, por lo que son complejos. Por lo anterior, para explicar el concepto de sistema de innovación, es necesario mencionar primero sus elementos más importantes, la forma de interacción de estos, los procesos de aprendizaje y transmisión de conocimiento; además de la estructura económica y las instituciones como dos dimensiones importantes del sistema, y la importancia de la influencia entorno y el contexto (Edquist, 1997).

Lund Vall (2007) identifica al sistema de innovación como una interacción de elementos y agentes en la economía, interrelacionados e interdependientes dentro del sistema. El cual tiene un núcleo (*Core*), conformado por la infraestructura de conocimiento, que son los agentes (universidad, empresa y gobierno), el mercado organizado con reglas y normas, y la generación de nuevo conocimiento. Así como los procesos de aprendizaje que se dan con la interacción y promueven la adaptación del conocimiento entre los agentes. Por ello, el núcleo implica la transferencia de conocimiento y tiene que ver con especificidades socio-institucionales de cada país, como las pautas de comportamiento, pues la dimensión fundamental del sistema es el marco institucional. Por este motivo es indispensable considerar los ámbitos institucionales que impactan y generan la adquisición de innovaciones.

En este sentido, también es importante mencionar que el conocimiento es un conjunto articulado de informaciones capaces de transformarse y se divide en dos dimensiones: la codificada y la tácita. La primera es escrita y transferible, mientras que la segunda implica el conocimiento no codificado, pero que es expresado y transmitido socialmente con el fin de generar pautas de comportamiento y formas de pensar, por lo que permite la innovación, al intervenir en los procesos que la generan. Así, depende de la infraestructura de conocimiento de un país, que se determina el sistema de innovación, al tener mucho que ver con la demanda y la especialización productiva de cada país (ibídem).

Como se ha mencionado previamente, el marco institucional (*institutional set*) es determinante para el Sistema de Innovación, por ello Edquist y Jonhson (1997) lo retoman para hablar de su importancia. Los autores consideran a las instituciones como elementos fundamentales; ya que ayudan a manejar la incertidumbre en el sistema, además de dotarlo de incentivos y barreras en la interacción de los agentes, al ser reglas o pautas de comportamiento establecidas. Dos de las instituciones más importantes son el mercado y el Estado, pero también lo pueden ser organizaciones que definan normas y reglas o comportamientos institucionalizados, y pueden ser formales e informales.

Asimismo, las instituciones deben cambiar con el tiempo, ya que cuando no lo hacen o tienen mecanismos de cambio lentos no se favorece al sistema de innovación, por ello hay sociedades más adaptables al cambio que otras, por lo que también se deben identificar los aspectos del entorno que favorecen la innovación y los que no, para realizar cambios institucionales, paulatinos o radicales, de lo contrario podría prevalecer la incertidumbre, al ser estas las encargadas de reducirla (Ibídem).

Amable (2000) retoma de North el concepto de matriz institucional para el análisis de los sistemas de innovación. De acuerdo con su idea, la matriz institucional implica una jerarquía, con coordinación y coherencia, la cual se puede reorganizar mediante cambios paulatinos. Tomando en cuenta la diversidad de empresas y países, ya que la base de conocimiento implica un comportamiento diferente. Asimismo, las reglas estandarizadas tienen que ver con los factores de personalidad del entorno, y la capacidad de ajustarse a ellas tiene que ver con el conocimiento tácito particular. Lo que se vuelve fundamental para el desarrollo y consolidación de los proyectos de cada país, pues esto puede promover o impedir el cambio a través de mecanismos y reglas muy arraigadas que se abstengan al cambio, al adquirir mucho peso en la configuración del Sistema Nacional de Innovación y determinar su existencia.

Clarsson (2002), por su parte, menciona a la dinámica del sistema y su estructura, aparte de hablar sobre los problemas metodológicos, dando cuenta de lo que entra en juego del sistema y lo que no. Por ello identifica una estructura que se compone de jerarquías, interacciones sólidas y débiles, nodos fuertes y débiles y la relación entre núcleo y periferia; en la que lo más importante es el flujo de conocimiento y tecnología, que implica la creación,

asimilación y difusión del conocimiento, para crear conocimiento nuevo que favorezca la innovación, más nunca es homogénea.

De Clarsson y Jacobson (1997) es importante también retomar el papel de las políticas en el concepto de Sistema Nacional de Innovación, ya que estas tienen mucho que ver con su creación, favorecimiento y consolidación, pues su influencia en las instituciones, mercado y redes, tienen que ver con la trayectoria tecnológica de un país, así como con el fomento del crecimiento económico, al tener incidencia en la transferencia de conocimiento y en el aprendizaje, como proceso acumulativo. Por lo que tienen mucho que ver en la generación de vinculación entre los actores del sistema, como lo son el gobierno, las universidades y las empresas, y se resalta su influencia directa en la creación o consolidación de los sistemas de innovación.

Además de ello, el mercado requiere que las empresas mejoren su desempeño mediante procesos de aprendizaje, que generen nuevas competencias y capacidades de interacción, pero ello depende del cúmulo de conocimiento previo que permita generar capacidades de innovación, así como su aplicación por los agentes que interactúan en el mercado y las demás instituciones. Por ello no debería de existir un único tipo de política, sino que deben ser diferenciadas (De la Mothe, 2005). En esta parte es importante rescatar que también existen organismos intermedios, que permiten la consolidación de redes, la resolución de fallas sistémicas y la transferencia de conocimiento, encontrándose por ello entre la academia y la industria (Howells, 2006).

La política debe estimular trayectorias tecnológicas de acuerdo a oportunidades y capacidades diferentes, crear oferta o ayudar a impulsar demanda, por lo que no sólo debe resolver las fallas, sino generar oportunidades. De esta manera, se toma en cuenta que el mercado evoluciona y por ello la política debería evolucionar y anticipar, y se pueden basar en particularidades específicas para fomentarlas.

En este sentido, la organización industrial de un país es muy importante, ya que tiene relación con un régimen tecnológico específico, que establece cierto tipo de apropiabilidad, acumulatividad, naturaleza del conocimiento y oportunidades. Esto permite nuevas formas de coordinación, cooperación e intercambio, con una jerarquía de interacción en la cadena de valor; dando la pauta a una coevolución y definiendo cómo innovar en los sectores. Además

de proveer de incentivos y barreras particulares, influyendo por ello en la trayectoria de un país (Malerba, 2004).

Por todo ello, para proseguir con el análisis comparativo entre países mencionar la definición de SIN, de Godin (2009), ya que en ella remarca la importancia de los agentes gobierno, empresa y universidad:

Un Sistema Nacional de Innovación, está conformado por un sistema de investigación cuya meta principal innovación y este sistema es parte de uno más grande compuesto por componentes que son el gobierno, las universidades y las empresas, así como su entorno y son las relaciones entre los componentes las que explican la actuación de los sistemas de innovación (Godin, 2009, p. 477).

El objetivo de la política de CTI consiste en fomentar e incentivar el desarrollo de innovaciones por parte de los agentes del SNI, mediante la acción pública, la cual debe intervenir para corregir inercias, mediante la creación de las condiciones para que surja la innovación, además de que los agentes aprendan y desarrollen capacidades para poder innovar. Esto implica el uso de un enfoque sistémico que considere el entramado de relaciones que intervienen en el desarrollo, difusión y uso de las innovaciones, en los ámbitos nacional, regional y sectorial, los cuales se complementan. Por ello es necesario tomar en cuenta las interacciones entre los agentes, para el desarrollo de instrumentos de política de CTI que sean efectivos. Los cuales deben evolucionar de acuerdo con el contexto para favorecer la innovación y el aprendizaje, mediante la creación, cambio o rediseño de agentes organizacionales y reglas institucionales, con una orientación del lado de la oferta, la demanda o ambas, según la forma en que se considera propicio estimular la innovación (Edquist, 2002).

Por lo anterior, el enfoque sistémico es indispensable como marco para el diseño de política de CTI, ya que provee de mayores elementos para hacerla más certera y efectiva que el enfoque previo de fallas de mercado, el cual únicamente brinda soluciones muy generales que no corrigen las inercias, porque no considera varios elementos que intervienen en el proceso de innovación. Los cuales, sí son tomados en cuenta por el enfoque de SNI, el cual, hace una recolección de los agentes fundamentales que provocan dicho proceso, identificando prioridades, valiéndose de un análisis empírico y comparativo detallado que

muestre las deficiencias en el funcionamiento del sistema, tanto de elementos e interacciones inapropiadas como de la ausencia de ellos (Edquist, 2002).

En este sentido, los procesos de aprendizaje son importantes para aumentar la cantidad y eficiencia de las actividades innovadoras. Pero al formar parte de un proceso interactivo y complejo conformado por agentes de varios tipos, implica que no existe equilibrio en las capacidades de aprendizaje de los mismos, ya que no lo desarrollan todos con la misma intensidad. Esto se debe a que existen disonancias que son intrínsecas en el baile de los agentes que conforman un determinado SNI. Lo cual debe ser resuelto por las políticas de CTI, que deben establecer las funciones del sistema, para que estas les sean claras a los agentes y marquen efectivamente el ritmo para que interactúen, generando aprendizaje mediante instrumentos directos e indirectos para guiarlos (Kulhmann et al., 2010).

Sin embargo, lo anterior depende del contexto general del SNI en cuestión, por lo que la política de CTI se ve influida por el régimen tecnológico y el Estado que alude a un estilo de hacer política particular, así como por los agentes que dominan dentro del sistema y la motivación de la acción de estos. Además, tiene que ver con cuáles insumos se realiza el diagnóstico para mostrar las deficiencias de los agentes y sus interacciones, así como de los agentes principales, ya que deben de existir estadísticas pertinentes para la generación de indicadores que permitan hacer prospectiva, así como para emitir instrumentos de política para orientar cambios en la interacción y comportamiento de los agentes y marcar el paso dentro del baile. Al considerar que la innovación es parte de un proceso sistémico evolutivo, por lo que la política debe ser también de esa forma para incentivarla (Kulhmann et al., 2010).

Es mediante el análisis sistémico que, por tener una visión amplia y multidimensional del contexto, que se hace posible estimular la difusión del conocimiento. Lo cual no es posible desde el enfoque de fallas de mercado, ya que en él este elemento no entra en el análisis, por ser producido desde la ciencia y no dentro del mercado. Por lo que el enfoque sistémico es muy útil para el desarrollo de política de CTI, por permitir apreciar el fenómeno de la innovación ampliamente, al considerar que es un proceso no lineal, multinivel, multiagente y con asimetrías en capacidades tecnológicas y productivas de las empresas. En este sentido es necesario fomentar redes de conocimiento entre agentes, así como estándares que den certidumbre a la generación de tecnología y la consideración de que los agentes económicos tienen capacidades diferenciadas. Posibilitando mayor efectividad en los

instrumentos, que desde la economía clásica no pueden serlo, ya que en ella no se considera las diferencias entre empresas, por lo cual la PCTI desde esta postura no toma en cuenta la diferenciación por sector ni la necesidad de incentivos e insumos de conocimiento diferenciados, los cuales sí tienen capacidades diferentes, en cuanto a organización, producción, conocimiento y tecnología (Nylhom, et al. 2002).

Por este motivo se debe generar una política de CTI con el enfoque sistémico, para poder atender dichas asimetrías y que, de acuerdo a sus particularidades contextuales, pueda ayudar a las empresas a escalar en su trayectoria tecnológica, mediante el incremento de su aprendizaje y conocimiento. En lo cual intervienen diversos agentes y dimensiones cognitivas y de cooperación, que hacen vital el papel de la teoría en la guía del diseño de políticas, para posibilitar a su vez la generación de indicadores pertinentes que ayuden a medir los impactos de las políticas e incrementar su efectividad (Nylhom, et al. 2002).

Para la elaboración de instrumentos de política de CTI es necesario la consideración de fallas sistémicas, compuestas por fallas de mercado, estructurales e institucionales que tienen que ver con la falta de reglas claras y organismos con capacidades de aprendizaje, que puedan marcar la pauta dentro del sistema. Debido a que permiten generar correctivos que promuevan la coordinación sistémica mediante reglas institucionales que favorezcan la creación de conocimiento para dar lugar a la innovación, pues dichas fallas ocasionan constreñimientos al sistema inhibiendo la generación de la misma, haciendo vital el considerar que el comportamiento de los agentes es afectado por contextos particulares que marcan sus interacciones (Gustafsson y Auto, 2011).

Por lo que se deben promover reglas acompañadas de organismos, para que los mecanismos de innovación sean claros para los agentes y se promueva la innovación dentro del sistema, lo que fomenta las capacidades cognitivas de sus agentes, y modifica estructuras de pensamiento y patrones de comportamiento que impiden el desarrollo de innovaciones. Sin embargo, la forma de exploración y explotación de conocimiento depende de los criterios que predominan en la construcción e implementación de políticas (Gustafsson y Auto, 2011).

#### ***4.1.2 Sistema regional de innovación***

A finales de 1990, Philipp Cooke introdujo el concepto de sistema regional de innovación, conceptos sobre los cuales se desarrolla el presente diagnóstico.

En este mismo sentido, Cooke definió el concepto de sistema regional de innovación como la infraestructura institucional que apoya a la innovación en la *estructura productiva* de una región (Navarro, 2015). Al analizar con mayor detalle este concepto, el sistema regional de innovación se subdivide a su vez en dos subsistemas integrados por actores que se interrelacionan mediante la derrama de conocimientos. Estos son: el subsistema de generación de nuevo conocimiento, integrado por instituciones de educación superior, centros de investigación públicos y privados, oficinas de transferencia de conocimiento entre otros; y el segundo, el subsistema conformado por los sectores productivos en el contexto regional. Hasta aquí se puede apreciar que se trata en los dos conceptos de un intercambio de conocimientos en un modelo de oferta y demanda del mismo, es decir de un enfoque ortodoxo o neoclásico de mercado.

Los SI contienen Sistemas Regionales de Innovación (SRI), los cuales son prioridad clave para los políticos en muchos países y regiones avanzadas. Sin embargo, muy 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, el tamaño de la red se mide a través del número de organizaciones de 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 red de innovación de gran tamaño sería resultado del proceso de aprendizaje generado por las interacciones dentro de la red (Sujin, Juseong y Yeong-Wha, 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, Rogge y Howlett, 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 políticas de CTI (Casas, Corona y Rivera, 2014).

Los procesos políticos en los subsistemas de innovación, como lo es el caso de los sistemas regionales de innovación no están controlados solamente por actores estatales, también se caracterizan por interacciones entre actores públicos y privados (Dutrénit, G., y



Natera, J. M, 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).

## **4.2 Políticas públicas de ciencia tecnología e innovación**

### ***4.2.1 Antecedentes internacionales***

El SNI japonés estuvo marcado por diversas cuestiones estructurales de la matriz institucional, que incentivaron su aparición y desarrollo. Sus cimientos del provienen de un trasfondo de impulso a la educación desde el gobierno de Tokugawa, el cual, a pesar de la restricción del comercio y un desarrollo de tecnología un tanto estático, primando la agricultura y la minería, fomentó la educación de los niños y jóvenes japoneses, tanto que durante los siglos XVII y XVIII, su nivel escolar era más alto que en Europa y América. Esto generó con ello una base que le serviría para su futuro desarrollo.

Dicho suceso sirvió de base para la denominada Restauración Meiji de 1868, en la cual se dio un periodo caracterizado por una gran importación de tecnología extranjera avanzada, junto con tratos con países occidentales, económicos y militares, además del fomento a la generación de tecnología autóctona. Además, el gobierno impulsaba la ciencia y la tecnología, mediante una política de modernización transversal, abarcando inversión en transporte, comunicación, milicia, así como en el sistema financiero y educativo primario y superior. Lo que generó con ello un amplio crecimiento de la economía.

Las citadas condiciones estructurales fomentaron un despegue más amplio de la economía durante la primera mitad del siglo XX. Por el hecho de que muchas empresas de acero, maquinaria, química, y otras grandes industrias se establecieron y crecieron, influidas por el estímulo dado por la base educativa de corte superior. El contexto de guerra a su vez incentivó la generación de I+D propia de corte privado y público, incrementando también la producción de acero y maquinaria, para la producción de armas de defensa.

Sin embargo, después de la segunda guerra mundial, Japón, al ser uno de los países perdedores, pasó por un momento de estancamiento. Este obstáculo no duró mucho tiempo, debido a que contaban con una matriz institucional que dotó de incentivos para el desarrollo

de la ciencia y tecnología, ya que el gobierno generó una serie de políticas para impulsar la ciencia y tecnología doméstica. Ello mediante el énfasis en la producción de I+D, así como la dotación de incentivos a los agentes empresa para generarla, cuya forma de interacción y aprendizaje, devino en una mayor competitividad interna, que le sirvió de impulso al desarrollo de la ciencia y tecnología, n las industrias de equipo eléctrico y de comunicaciones, automovilística y de la computación.

En dichas industrias se dio un predominio de productores extranjeros, así como importación de tecnología, pero posteriormente se dio una generación de fabricación propia, mediante el método de ingeniería inversa, apoyada por la base educativa superior formada principalmente por ingenieros. Esto provocó una acumulación gradual de tecnologías con el aprendizaje en la práctica, que se vio estimulada por el apoyo por parte del gobierno, a través de políticas de incentivos financieros que garantizaban la demanda, alentando la inversión en capital e I+D.

De igual manera se establecieron normas y conductas de riesgo de los empresarios en forma de inversión física y de I+D, lo que se buscaba era siempre proteger a los productores nacionales. Formando con ello una base de conocimiento y capacidades, que dieron lugar a un SNI, estimulado por una matriz institucional que dotaba de incentivos para la generación de ciencia y tecnología, así como de políticas y un sistema educativo que servía de base. Motivando con ello a las empresas que ya contaban con una base de conocimientos, dando lugar a una organización industrial y de mercado particular, cuya forma de interacción y aprendizaje fomentaba la innovación y al sistema.

En contraste con el caso de EUA, descrito por Mowery y Rosenberg (1993), se registró una mayor inversión en I+D que, en cualquier otro país, además de un SNI muy fuerte debido a que recibió un amplio estímulo por las condiciones estructurales del sistema, gracias a la industria, el gobierno y las universidades y las formas de interacción y aprendizaje entre ellos. Dicho SNI comenzó a tomar forma, más propiamente en el siglo XX, ya que anteriormente el sector agricultura era el que dominaba la economía y las interacciones. A principios de 1900, en el país de norte, aparte de las innovaciones en transporte, comunicaciones, y tecnologías de producción se produjeron operaciones manufactureras a una escala sin precedentes.

Antes de la segunda guerra mundial se estimuló una base educativa superior, sin embargo, en las universidades no se realizaba mucha investigación. Todo cambio con la segunda guerra mundial, en la que EUA fue el gran ganador, aparte de convertirse en el máximo productor de armamento, lo cual se maximizó con su papel protagónico en la guerra fría. Estimulando así un amplio desarrollo de su economía durante el periodo denominado de posguerra, mediante una enorme producción de I+D industrial, militar y universitaria.

En este periodo la matriz institucional, generó dos políticas públicas de gran importancia para el desarrollo de su SNI, las cuales estaban dirigidas para impulsar a los agentes adecuados y potenciar su mercado interno. Estas fueron la legislación antimonopolio y la del fomento a la I+D militar, mediante una amplia inversión para su desarrollo, tanto en universidades como por agentes privados, cuya importancia fue muy grande, desarrollando buena parte de la I+D. Dicha estructura fragmentada de los programas de financiamiento y administración de I+D por parte del gobierno, apoyó un alto grado de pluralismo y diversidad en financiamientos públicos en programas de I+D. Lo cual fue la fuente de fortalecimiento comercial en industrias de high-technology.

El desarrollo de infraestructura para investigación estuvo asociado con la expansión y diversificación de las actividades y productos de las empresas y con la sustitución del control interno de esas actividades en función del control del mercado. La influencia de la política antimonopolio en el crecimiento de la investigación industrial se extendió más allá de los efectos sobre la estructura corporativa, al generar las grandes corporaciones americanas. Debido a que igualmente se incrementó la dependencia de las empresas sobre I+D para hacer frente a los efectos de esta ley. La investigación industrial apoyó la diversificación corporativa y el uso de patentes para alcanzar y retener poder en el mercado sin violar la ley antimonopolio. Generando un fuerte mercado interno, por la citada forma particular de interacción y aprendizaje que se desarrolló entre las empresas, incentivada por dicha política.

En este sentido se desarrolló un vínculo entre la investigación académica, la industrial y la militar. Hecho fuertemente relacionado con la estructura descentralizada y la consolidación del sistema de educación superior de EUA, especialmente en universidades públicas, por lo que pudo estar más orientada hacia las oportunidades comerciales. Los fondos federales también apoyaron la compra de equipo científico e instrumentación

avanzada de alto costo, generando con ello un amplio vínculo investigación enseñanza, lo cual determinó cierto tipo de conocimiento de base para el amplio desarrollo del SNI, ya que sirvió de incentivo para el desarrollo de invenciones e innovaciones, en armamento, ciencia, computación e industria que fueron explotadas, otorgando ventaja competitiva a EUA sobre el resto de los países.

Por ello la denominada carrera armamentista y toda la I+D que incentivo la matriz institucional a través de políticas que pusieron las reglas de interacción en función a ella. Junto con las políticas que incentivaron a la I+D industrial y con esta un mercado interno fuerte, influido por la competitividad y una economía abierta. Se tradujo en un SNI potenciado por estrategias calculadas en función de incentivar la ciencia y la tecnología, con agentes específicos, que contaron con capacidades de aprendizaje y conocimientos particulares, cuyo flujo dio lugar a un tipo específico de mercado y de interacciones. Por lo tanto, a una trayectoria específica, cuya matriz institucional co-evolucionó de forma efectiva junto con el mercado posibilitando la innovación en el sistema, en función de su entramado de relaciones.

En el ejemplo anterior se puede apreciar como el concepto de SNI como marco analítico es muy importante para poder apreciar si existe un sistema como tal, así como ver su desarrollo y desempeño a través de su matriz institucional, empresas, agentes y formas de interacción y aprendizaje. Siendo también determinado por los factores contextuales que van generando trayectorias particulares en los países, definidas por incentivos y barreras, así como flujos y formas de conocimiento.

Siguiendo con el ejemplo, particularmente en el caso de la industria de software, se puede apreciar una comparación de los citados países que muestra la importancia de la vinculación de los agentes en el sistema de innovación. Dicha industria surgió en Europa Occidental, Japón y Estados Unidos, países en los que el gobierno jugo un papel crucial en su desarrollo. En Europa, ellos fueron los pioneros en el desarrollo de tecnologías computacionales. Sin embargo, el gobierno no permitió que la tecnología llegara a la población civil, Asimismo, los mercados de sistemas computacionales y software estaban fragmentados, además no se favoreció un ambiente de competencia ni la vinculación universidad industria (Mowery y Nelson, 1999).

Caso contrario a lo que sucedió en EUA, país que se convirtió en el principal productor de estas tecnologías, debido a que el gobierno si promovió la competencia a través de una política antimonopolio como se mostró previamente, además de la protección de los derechos de propiedad intelectual; otro factor importante fue que se favoreció la vinculación universidad empresa y hubo una fuerte inversión gubernamental para el desarrollo de tecnología por parte de la milicia, cuyos descubrimientos si fueron transferidos a la sociedad civil por medio de las empresas, estimulando con ello al sistema de innovación (ibídem).

Es importante remarcar el caso de EUA la importancia de la vinculación gobierno, universidad, empresa, ya que en él el gobierno fue el principal aportador de capital de riesgo, aparte de fomentarlo y de promover la competencia, como el ejemplo de Silicon Valley, donde se promovió un trato favorable en cuestión de impuestos para la inversión en firmas pequeñas. Asimismo, la universidad de Stanford generó una política de promoción y cooperación con industrias y la universidad de California expandió sus posgrados para la formación de ingenieros. En el caso de la ingeniería genética el gobierno federal apoyó la generación de tecnología en las universidades y a una comercialización eficiente de ésta, lo cual le dio al país una posición de liderazgo en la biotecnología comercial, dando cuenta con ello de la importancia de la interacción entre los agentes y la difusión del conocimiento, así como la promoción de la competitividad.

En el caso de Japón no se promovió un sistema de propiedad intelectual fuerte, además de que hubo una falta de regulación y competencia en telecomunicaciones, por lo que sufrió ciertos atrasos con respecto a EUA a pesar de dominar en 1980 el mercado de semiconductores y circuitos integrados, con lo que se puede apreciar la influencia del marco institucional y la interacción de los actores en el desarrollo de la industria tecnológica, ya que pueden incentivar o ser barreras para la innovación.

Ahora que se ha mencionado la importancia de la vinculación entre los agentes del sistema y del marco institucional, para el desarrollo y consolidación de los sistemas de innovación. Es importante enfatizar el hecho de que si los mecanismos y las redes no son eficaces la misma innovación puede generar mayores brechas y desigualdades. Por ello la importancia de la vinculación efectiva entre gobierno, universidad y empresa, así como la disminución de las fallas dentro del marco institucional, que favorecen la generación de

monopolios favoreciendo a industrias internacionales en lugar de economía doméstica y por lo tanto se genera mayor desigualdad ante la falta de competitividad.

Por ello más bien se debe buscar fomentar los canales que puedan promover el desarrollo de industrias propias, para contrarrestar los efectos de la globalización, tomando en cuenta el entorno y el contexto particular. Por dichos motivos se deben tomar también en cuenta ciertos factores para el análisis, como el hecho de que las economías más desarrolladas cuentan con instituciones constituidas a lo largo del tiempo, que ayudan a la sustentabilidad del sistema, como se mostró previamente en el ejemplo de EUA y Japón. Mientras que en el caso de los países en desarrollo existe tensión entre crecimiento y sustentabilidad, ya que el crecimiento económico tiene que ver con recursos tangibles e intangibles, además de que en el contexto globalizado también deben tomarse en cuenta los flujos de capital internacionales.

#### ***4.2.2 Comunidades de CTI***

Existen dos tradiciones sobre la intervención estatal en la economía, la primera de ellas únicamente acepta la regulación para resolver fallas de mercado si dicha intervención no genera fallas gubernamentales más amplias con los instrumentos empleados y el mercado por sí solo puede solucionarlo de mejor manera. La segunda por su parte sugiere que las políticas tienen como objetivo incidir en la corrección de fallas de mercado y de gobierno, y a la vez la definición de objetivos estratégicos que no pueden ser alcanzados con la sola operación del libre mercado. Ambas teorías reconocen la importancia de la política de ciencia, tecnología e innovación, para la solución de fallas de mercado asociadas con la actividad de CTI y por su carácter estratégico, pero no concuerdan con los instrumentos para ello (Capdevielle y Dutrénit, 2012, p. 38).

En este sentido, es importante mencionar que los diálogos implican un proceso interactivo basado en la comunicación dirigida, la aceptación implícita o explícita de reglas y la participación, por lo que facilitan dinámicas de consenso para alcanzar objetivos de acción social. Por lo cual, los procesos de dialogo público-privado son indispensables en los procesos de diseño, implementación y evaluación de una política pública. Para ello las partes involucradas deben superar las limitaciones que suponen sus diferencias, para generar un marco de colaboración basado en el reconocimiento bidireccional como interlocutores,

además de la validación de espacios y mecanismos de interacción que posibiliten la dinámica del diálogo (Gómez y Zapata, 2017).

De acuerdo con Dutrénit et al. (2017), la construcción de políticas públicas tiene en su centro a la participación pública y por ello en el diálogo público-privado, y se caracteriza por la participación de las partes interesadas en ello. Por lo que pueden participar personas que podrían verse afectadas por las decisiones tomadas por el gobierno, personas involucradas en las acciones de política y que conocen sus consecuencias, o también entidades o individuos con conocimientos especializados o experiencia sobre un tema particular. Por ello las políticas añaden, en su elaboración e implementación, a la participación pública. Para lo cual se generan mecanismos de diálogo que establecen la inclusión de diversas personas, entidades civiles y grupos sociales (Dutrénit et al., 2017, pp. 45-46).

Para ello se da la formación de comunidades, la cual es muy importante en el proceso de diálogo público-privado, estas son definidas por Dutrénit et al. (2017) como:

Entidades colectivas basadas, por un lado, en esos procesos de socialización y formación de redes y, por el otro, en la necesidad de los actores de participar en las políticas intra e interorganizacionales, con particular fuerza en aquellas donde intervienen organizaciones de instancias gubernamentales. El proceso de constitución de comunidades supone no solo la suma de las voluntades de las personas sino la formación de algunos rasgos volitivos de la comunidad misma que sus miembros reconocen como extensiones e intensificaciones de los que ellos mismos ostentan (2017, p.41).

En dichas comunidades surgen personas, grupos, o asociaciones que tienen el rol de actores en la formulación de políticas. Asimismo, la participación pública genera espacios para el diálogo entre comunidades conformadas por participantes interesados o por el sector gubernamental que tiene la iniciativa en la formulación de políticas. Las comunidades son entidades transversales con respecto a las organizaciones y los sectores del Sistema de Innovación. Lo cual otorga a los actores de diferentes tipos y grados de poder de acuerdo a su inserción en distintas organizaciones (Dutrénit et al., 2017).

Por dichos motivos, los participantes del dialogo para la elaboración de políticas son personas o grupos que, al representarlas, se convierten en actores emergentes de sus comunidades. Dentro del diálogo aparecen intereses y valores que generan conflictos entre

los participantes, debido a que se encuentran en tensión permanente. Pero el diálogo media los conflictos y puede solucionarlos, lo cual depende de los procesos sociales que ayudan a la emergencia y evolución de los actores (Dutrénit et al., 2017).

Los procesos de diálogo público-privado tienen varias dimensiones, las cuales posibilitan el análisis de la interacción de los actores, así como la definición de una acción colectiva y los conflictos que surgen en el proceso. Estas son descritas en Dutrenit et al. (2017), la primera de ellas es que los procesos de diálogo tienen por objeto los tipos de política que serán formulados y en ello el problema público a atender como clave del diálogo. La siguiente dimensión es el espacio, que involucra el lugar donde se den las condiciones para establecerlo, lo cual depende de la iniciativa de los actores, quienes evidencian sus intenciones, fijan su postura ante el objeto de dialogo y muestran los poderes relativos que ostentan. Por último, se encuentra la dimensión temporalidad, la cual es un lapso definido con antelación o se define en la dinámica del diálogo, y es acotado por los términos de la respectiva convocatoria y las mismas reglas del diálogo (Dutrénit et al., 2017, pp. 3-54)

Asimismo, de acuerdo con Dutrenit et al. (2017), los procesos de diálogo están determinados por el contexto y el marco institucional en el que se desarrollan los procesos de diálogo, así como por las capacidades que tienen las comunidades. Lo cual implica sus conocimientos y habilidades específicas, como lo son cognitivas, la identificación y solución de problemas, la vinculación en redes, el establecimiento de lazos de confianza, la habilidad para el aprendizaje y la generación de conocimiento, el liderazgo y la coordinación. Las cuales llevan a las comunidades a la toma de decisiones y la resolución de conflictos de forma particular (2017, p.56).

#### ***4.2.3 Conceptualizaciones de Política Pública de Ciencia Tecnología e Innovación***

A través del tiempo, el estado ha tomado distintos roles y pasado por diferentes etapas de desarrollo, actualmente es considerado como *uno* de los actores más importantes en el desarrollo de las naciones, encargado de definir la política interna y externa, un rasgo distintivo del estado es la burocracia (Boneti, 2017), caracterizada por una estructura jerárquica bien definida, misma que es la encargada de llevar a cabo las estrategias consensuadas por los principales tomadores de decisiones, el ejecutivo y legislativo bajo un



régimen de gobierno federal, para elaborar y ejecutar las políticas públicas las cuales buscan incidir en la definición un problema considerado público.

En este contexto Subirats (2013), define el concepto de política pública como una serie de decisiones o de acciones, intencionalmente coherentes, tomadas por diferentes actores, públicos y a veces no públicos, cuyos recursos, nexos institucionales e intereses varían, con el fin de resolver de manera puntual un problema políticamente definido como colectivo. Este conjunto de decisiones y acciones da lugar a actos formales, con un grado de obligatoriedad variable, tendentes a modificar la conducta de grupos sociales que, se supone, originaron el problema colectivo a resolver (grupos objetivo), en el interés de grupos sociales que padecen los efectos negativos del problema en cuestión (beneficiarios finales). Esto implica una postura en la elaboración de políticas públicas de arriba hacia abajo, desde una perspectiva centralizada de las mismas, sin embargo, actualmente, la academia analiza nuevas perspectivas teóricas (empíricas) que permitan la co-creación de las políticas públicas un ejemplo es la universidad (Canto et al., 2013) así como en la innovación en el desarrollo de políticas públicas los cuales buscan la interacción bidireccional de la definición del problema y mejores maneras para alcanzar resultados óptimos en otra nueva perspectiva denominada, bajo estas consideraciones, el estado como responsable de la política pública en sus distintos órdenes de gobierno, orientada a elevar la calidad de vida de sus territorios, el desarrollo y la competitividad de los mismos debe realizar las alianzas estratégicas con los integrantes de los distintos ecosistemas de innovación que le permitan ser más competitivos en un entorno global y en donde el conocimiento es considerado parte esencial en el proceso de desarrollo.

Las carencias en la población pueden ser demostradas a través de estudios e informes que, usando rigurosos métodos de investigación social, muestren que, en la sociedad, o en una comunidad específica, hay una situación que afecta negativamente el bienestar (Aguilar, 1994, p. 10).

#### ***4.2.4 Políticas públicas***

La Política pública se entenderá como una decisión de una autoridad legítima, adoptada en su área de competencia, conforme a los procedimientos establecidos, vinculante para los

ciudadanos bajo el imperio de esa autoridad y que se expresa en la forma de leyes, decretos, actos administrativos y similares (Aguilar, 1994, p.18).

#### ***4.2.5 Clasificación de política pública por su orientación temporal***

Por su orientación temporal, las políticas se pueden clasificar en:

- **Políticas de Estado:** son aquellas cuyas acciones trascienden el período de una administración de gobierno. Para ello, estas políticas deben formularse de manera participativa para que cuenten con el apoyo de las distintas fuerzas políticas de un país.
- **Políticas de gobierno:** obedecen a un plan de gobierno y a la ideología del partido de gobierno y, por tanto, suelen estar circunscritas al período para el cual fueron electos las autoridades políticas de dicho partido. (Canto et al., 2013).

#### ***4.2.6 Política pública en ciencia, tecnología e innovación***

Política pública en ciencia tecnología e innovación (política de innovación) misma que para, (Alcantar, 2012, p.176) comprende aquellas acciones de 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.

#### ***4.2.7 Perspectivas teóricas de la PCTI***

Desde la perspectiva de sistemas de innovación, el papel de la política se puede apreciar principalmente en el apoyo y 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:

Las PCTI son 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 p. 176).

Por lo anterior, los desafíos sociales se ven cada vez más como impulsores legítimos de la política de innovación (Uyarra, Mikel, Flanagan y Magro, 2020), que se presenta como indispensable para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU publicados en 2015, los cuales incluyen poner fin a la pobreza y reducir la desigualdad en todas sus formas en todas partes, promover sistemas de consumo y producción inclusivos y sostenibles, y enfrentar el cambio climático (Schot y Steinmueller, 2018). Por ello, es necesario la generación de nuevos paradigmas de política que se entienden como un modelo de realidad compartido que guía a los responsables políticos en las actividades de resolución de problemas, cuya aparición significa el reconocimiento de que las ideas existentes sobre la política de innovación y sus objetivos, instrumentos e instituciones de gobernanza no están abordando las crisis actuales y que se deben buscar soluciones alternativas (Diercks, Larsen y Steward, 2019). Dentro de este marco de políticas de CTI de próxima generación, la interacción público-privada se convierte en la columna vertebral para las políticas. Esto último requiere que los gobiernos adopten una perspectiva de meta gobernanza para crear las condiciones para que los grupos de interés se autoorganicen y experimenten en torno a los desafíos sociales (Catalá, Rask y Molina, 2020).

Para esto, debe existir una relación causal entre los instrumentos de política y los objetivos/metás de política para lograr que sean políticas de CTI efectivas, mientras en la implementación exitosa de una política las características de los temas de política desempeñan un papel en facilitar el cumplimiento de los objetivos/metás de política de cada instrumento (Hernández, 1999; Wang y Fan, 2019).

En la teoría, se reconocen diferentes fallas que justifican la necesidad de políticas públicas para promocionar la CTI, entre las principales se encuentran las fallas de mercado y las fallas del sistema, estas últimas involucran imperfecciones del SI que restringen o bloquean el desarrollo, difusión, uso eficiente y útil del conocimiento y la innovación.

Entre las fallas sistémicas más importantes se encuentran las fallas de redes, las cuales hacen referencia a problemas en la coordinación e interacción entre los actores del sistema de innovación, estas contienen fenómenos como: vínculos débiles entre actores del sistema, excesiva vinculación, dependencia tecnológica y de incapacidad de adaptación a cambios tecnológicos. Este tipo de fallas se presentan cuando no existen convenios institucionales para la recopilación, análisis y circulación de información sobre las oportunidades de

innovación. Bajo esta perspectiva, la política pública en CTI debe focalizarse en la solución de problemas sistémicos, la creación de nuevos sistemas, inducir cambios en la estructura de apoyo a la innovación, el desarrollo de instituciones y organizaciones, así como facilitar procesos de transición (UNCTAD, 2017).

**Tabla 5.**

*Perspectivas teóricas de la PPCTI*

<b>Perspectiva teórica</b>	<b>Enfoque</b>	<b>Falla de mercado</b>	<b>Externalidad</b>
<b>Ortodoxa o neoclásica</b> (Chaminade y Edquist, 2010)	Proceso lineal. La producción de conocimiento está dada por el mercado a través de la oferta y demanda.	El conocimiento científico es incierto, difícil de apropiarse e indivisible, el sector privado invierte poco en I+D.	Asimetría de información: corregir fallas de mercado, la política pública en ciencia, tecnología e innovación. -Justifica la necesidad de invertir en bienes públicos.
<b>Sistémico – evolutiva</b> (Metcalf, 1995; Klein Woolthuis et al., 2005)	-Proceso no lineal en la generación y absorción de conocimiento. -Sistemas nacionales de innovación.	Las empresas no innovan de manera independiente sino interactúan con otros miembros del sistema.	La política pública debe enfocarse a resolver problemas del sistema, promover el desarrollo de instituciones y organizaciones
<b>Solución de problemas sociales y medioambientales</b> (Schot y Steinmuller, 2016)	El impacto negativo de la innovación puede ser mayor que su contribución positiva.	La generación de nuevo conocimiento o la optimización de los sistemas de innovación no son suficientes para dar respuesta a los desafíos de la sociedad.	La política de innovación debe estar orientada para dar respuesta a los desafíos de la sociedad y transformar los sistemas sociotecnológicos.

<b>Innovación transformadora</b> (Gijs Diercks, 2018)	Cualitativo múltiple.	Impulsar la innovación intencional y direccional que surge fuera del dominio tradicional de la política de innovación.	La política de innovación debe impulsar la colaboración global.
--	-----------------------	--	---

---

Nota. Elaboración propia con datos de UNCTAD (2017) y (Gijs Diercks, 2018).

#### ***4.2.8 PCTI en México y América Latina***

El papel de la política pública es muy importante en la construcción de la gobernanza del Sistema Nacional de Innovación, sin embargo, la evolución de la política de CTI en México, a través de las diferentes administraciones gubernamentales, ha tenido que ver con concepciones subyacentes que tienen efectos en las actividades de innovación y las políticas. Las cuales surgen a través de condiciones formales e informales que dan lugar a una capacidad endógena de coordinación y regulación dentro del sistema.

Ello debido a que responden a la teoría del agente-principal, este último, representado por el gobierno, el cual requiere de los agentes para la consecución de sus objetivos de desarrollo económico, sin embargo, debido a las asimetrías de información entre ambos, se generan comportamientos oportunistas y discrepancias en sus objetivos, los cuales tienen que ver con agentes sociales y culturales, que ocasionan que muchas veces las políticas de CTI obedezcan a intereses particulares. Además de que prevalecen inercias en la concepción de la CTI, debido a que las políticas cambian más rápido que el marco institucional, por lo que el principal no puede incidir en el agente de la forma que espera (Dutrénit, 2006).

En este sentido, en México, las estrategias de política de ciencia, tecnología e innovación, desde 1971, han sido influenciadas por concepciones implícitas subyacentes, que provienen de distintos agentes de distintas procedencias ideológicas que pretenden satisfacer sus necesidades en materia de CTI. Las principales concepciones que distinguen son: la concepción académica, la cual busca mayores recursos para el desarrollo científico y la autonomía de las investigaciones; otra es la concepción de gestión pública, que tiene que ver con la administración estatal y otorga preponderancia a la planeación de las actividades de

CTI y el impulso a la ciencia para su aplicación económica y social; la concepción empresarial que quiere que se incentive el desarrollo de la ciencia para su conversión en innovaciones y utilidad; y por último se encuentra la concepción interactiva con orientación económica y social que pretende fomentar la interacción entre los agentes del SNI, para incidir en el desarrollo del país (Dutrénit, 2010).

De todas ellas a pesar de que coexisten, la que predomina es la concepción académica, que promueve un enfoque lineal de la oferta de ciencia al mercado y no ha logrado definir la orientación de la estructura científica hacia cuestiones estratégicas. En este sentido Corona et al. (2013) distinguen cuatro etapas de la evolución de la política de CTI que comienzan con el periodo de 1935 a 1970, en él la ciencia y tecnología estaba guiada por estrategias surgidas de instituciones de educación superior e investigación. En esta etapa el enfoque del lado de la oferta cobró mayor relevancia por el proceso de sustitución de importaciones, ya que se pensaba que la ciencia generaría las condiciones para que las tecnologías correctas, sustituyeran las importaciones. La segunda etapa se dio de 1970 a 1981 con la creación del CONACYT, dando pie a la formalización de las políticas de CTI, dentro del marco de política económica dirigista, por lo que aparecen más instituciones de ciencia y tecnología, gracias a la influencia de la comunidad científica. Por su parte, la tercera etapa va de 1982 a finales de los noventa, influida por la aparición de Programas de Ciencia y Tecnología, los cuales reflejaban que las problemáticas previas en cuanto a CTI continuaban.

Posteriormente, a finales de 1980, en América Latina, se impone una orientación de política pública de fallas de mercado, así como una disminución de la injerencia Estatal y privatización de empresas públicas. Por lo que las políticas de CTI quedaron relegadas, limitándose a la corrección de asimetrías de la información tanto del mundo productivo y las actividades de CTI. Por ello en México a partir de los noventa se comenzó a estimular la I+D privada y la innovación dentro del sector productivo, mediante diversos programas y leyes, y se incentivó la inversión extranjera directa. Por lo que comienza una nueva orientación en la política de CTI, que seguía siendo lineal pero orientada hacia la demanda, y además aparecieron comités de evaluación para la asignación de recursos. Es así que la cuarta etapa comienza en 1999, a partir de la aprobación de la ley para el fomento de la investigación científica y tecnológica, ya que después comenzaron a surgir otros instrumentos que la fortalecieron y colocaron a la innovación en un lugar central como la creación del Programa

Especial de Ciencia y Tecnología (PECYT), además en Foro Consultivo de Ciencia y Tecnología fue de gran ayuda para la generación de consensos. Por lo que estas reformas tuvieron influencia de la concepción interactiva (Dutrénit et al. 2010).

Sin embargo, la intervención pública en CTI es deficiente debido a los mecanismos para establecer objetivos de política, por la influencia de las elites científicas y la falta de coordinación entre organismos, que no fueron de ayuda para que el PECYT lograra sus objetivos, ya que, a pesar de fomentar programas sectoriales, no se definieron prioridades claras (ibídem). Aunado a ello se hizo necesaria una mayor evaluación de los resultados de las acciones, por lo que aparecen estudios de prospectiva que, aunque con limitaciones empiezan a tener efecto sobre la instrumentación de la política de CTI, ocasionando la emergencia de un nuevo PECYT (2001-2006), que implica la generación de capacidades tecnológicas en las empresas, programas sectoriales y regionales y áreas de conocimiento estratégicas. Aunado ello en esta época, también apareció el Fondo Sectorial de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Económico, con el objetivo de promover I+D e innovación en el sector productivo, en función de las demandas del sector empresarial (Villavicencio, 2011).

Es remarcable a su vez, la influencia de políticas públicas de otras áreas en las actividades de CTI, las cuales en su mayoría tienen que ver con orientación económica, pero destinan cierta cantidad de presupuesto a CTI, de la cual los fondos sectoriales no reciben asignación, y aún no existe una visión coordinada de la distribución del gasto y de actividades como la educación científica y tecnológica, los mercados de trabajo y el fomento sectorial de la industria. Además de ello, dentro del SNI existe una coordinación de decisiones e incentivos, por lo que las interrelaciones de los agentes constituyen estructuras de gobernanza, que se dan principalmente en tres formas que son, el diseño y práctica de la política de Estado de CTI, la generación de mecanismos de coordinación entre agentes y organizaciones, así como diferentes estructuras de incentivos para las actividades de CTI, por lo que dependen de las reglas que imponen las instituciones apegadas a la CTI (Corona et al., 2013).

Las instituciones que se encuentran en la base de todo ello, son los mercados donde se demanda y oferta ciencia y tecnología, los acuerdos de prestación de servicios y convenios; en el segundo nivel se encuentra la Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación, que incentiva la integración de los participantes de las actividades de CyT en el sistema. Mientras

que, en el tercer nivel y más alto, lo conforman las estructuras organizativas de coordinación del SNI, como el Consejo General, que depende del presidente de la república y es la instancia máxima para la vinculación entre dependencias federales y paraestatales. Por lo que todas relacionan a productores y usuarios de CTI, y para posibilitar la participación de diferentes sectores y niveles de gobierno, se establecen instancias de decisión y mecanismos de coordinación, pero que se rigen por criterios divergentes, uno de jerarquía vertical desde una dirección general, y otro horizontal de redes de organizaciones, compuestas por varios agentes individuales. Lo cual revela una falla en el diseño institucional, que dificulta su implementación e impide dinamizar el SNI (Dutrénit, 2010).

Por lo cual, de acuerdo con Villavicencio (2011), en México se dificulta la generación de innovación abierta, que implica la interacción de las empresas con otros agentes para la generación de capacidades por medio de aprendizaje para la incorporación de conocimientos externos. Debido a que existen fallas institucionales e inercias sociales causadas por comportamientos Estatales pasados con respecto a incentivos, que no permiten la generación de conocimiento en las empresas, las cuales requieren de la interacción para generar capacidades tecnológicas. Es por ello que uno de los retos de las políticas de CTI en México es el fomentar las interacciones entre los agentes, ya que la innovación depende del tipo de estas y de la clase de agentes participantes, ya que de su efectividad depende el escalamiento de las empresas en las cadenas de valor, para incrementar el valor de su producción e incursionar en nuevos mercados.

### **4.3 Análisis de redes**

#### ***4.3.1 Análisis de redes y PCTI***

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 mucho más intensivo de aprendizaje mutuo y



economías de escala entre empresas e instituciones de conocimiento públicas y 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 análisis 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 Murci, 2019). Dichas relaciones se pueden analizar partiendo de la configuración de una relación 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. Asimismo, y de acuerdo con Parsons (2007):

Las redes de políticas públicas son una alternativa en la formulación de políticas públicas ya que como él menciona cada política es el resultado de una compleja interconexión de personas y organizaciones públicas y privadas (Parsons, 2007, 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 haciéndolos más competitivos (Stojčić, Srhoj y Coad, 2020; Pfothenauer, Juhl y Aarden, 2019). Para ello, es de suma importancia el análisis de redes para entender las relaciones básicas entre las fuerzas motrices y los resultados en los procesos de innovación regionales con el fin de poner de relieve enfoques de mejores prácticas y generar políticas de CTI 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).

#### ***4.3.2 Metodología de análisis de redes***

Para plantear un trabajo de investigación utilizando el análisis de redes es fundamental pensar que el mundo es una red, que los seres humanos pertenecen a alguna organización como un club deportivo, empresa, partido político, religión, universidad, grupo de investigadores, entre otras y que al interior de cada una de ellas se generan vínculos, estos vínculos se

convierten en los indicadores relacionales, para lo cual tendremos que definir que queremos conocer de la red y cuál es la población que queremos estudiar.

De manera simple puede decirse que una red social es un conjunto finito de actores unidos por vínculos determinados (Paniagua, 2012). De acuerdo con Paniagua (2012), los actores se definen por sus atributos, es decir, la o las características que los definen, como pueden ser la edad, el sexo, el origen étnico, la categoría profesional, etc. Así pues, de acuerdo con este autor los vínculos que unen a los actores se definen por sus propiedades o características de la relación, que pueden ser por ejemplo ordenes, intercambio de información, confianza, poder, influencia, entre otros.

Según Marsden (1990), el Análisis de Redes Sociales estudia los vínculos entre actores o nodos, su principal objetivo es detectar e interpretar patrones derivados de las relaciones establecidas entre ellos. Este tipo de análisis busca describir una estructura social en términos de una red e interpretar las relaciones existentes entre los actores, tomando en cuenta su posición dentro de dicha estructura (Aguilar et al., 2016). El análisis de redes sociales es un método concreto de las ciencias sociales que, de acuerdo con Freeman (2004), se caracteriza por 4 elementos:

1. Está basado en las relaciones y vínculos entre los actores.
2. Está basado en la recolección sistemática de datos empíricos del tipo de relación estudiada entre cada par de actores.
3. Es representado por gráficos.
4. Se apoya en el uso de las matemáticas, principalmente en la teoría matemática de grafos y/o en modelos computacionales o informáticos.

Según Paniagua (2012), el analista de redes tiende a ver a los actores inmersos en un conjunto de vínculos compartidos (directos o indirectos) con otros actores, por lo tanto, el interés de la investigación de redes se centra en como el individuo está integrado en una estructura, y como esa estructura y esa interacción con los demás va canalizando y determinando los comportamientos. En este sentido, el Análisis de redes sociales utiliza una serie de indicadores que son de utilidad para diversos propósitos. Entre los distintos indicadores que podemos encontrar en el ARS encontramos los siguientes:

**Tabla 6.**

*Indicadores del análisis de redes*

<b>Indicador</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Tamaño de la red</b>	A mayor tamaño de la red, mayor el número de actores que participan y, mayor el número de vínculos posibles entre ellos.
<b>Numero de Vínculos</b>	Relaciones establecidas entre los actores de la red. A mayor número de vínculos, la cohesión entre los actores aumenta y, sobre todo, mayor es la probabilidad de que fluya información y conocimiento dentro de la red.
<b>Densidad</b>	Se deriva del número de vínculos, sólo que se expresa en relación con los vínculos posibles en la red y, por tanto, en porcentaje. A mayor densidad, mayor cohesión y mayor flujo de información y conocimiento.
<b>Centralidad de grado</b>	Es el número de otros actores a los cuales un actor dado es adyacente, es decir, que están directamente conectados por un vínculo. Este indicador toma relevancia dado que el estatus de un actor dentro de una red es una función del estatus de aquellos con los que se está conectado (Bonacich, 1987).
<b>Grados de Salida</b>	Se entiende como el número de vínculos que manda o envía un actor hacia otros.
<b>Grados de Entrada</b>	Se refiere al número de vínculos provenientes de otros que recibe un actor.
<b>Radialidad</b>	Hace referencia al grado en el cual las relaciones de un actor enviadas hacia la red proveen acceso a varios y diversos nodos. Se basa en los grados de salida, de tal forma que un actor con nivel alto de radialidad es capaz de alcanzar a muchos más actores en la red a través de pocos pasos gracias a los vínculos indirectos de otros nodos.

<b>Indicador</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Integración</b>	Se refiere al grado en el cual un actor está conectado a muchos y diversos actores en una red. Un actor integrado puede ser alcanzado por otros actores fácil y rápidamente, por lo cual este indicador puede ser tomado como una medida de cercanía y de conectividad. Su cálculo está basado en los grados de entrada.
<b>Cercanía</b>	Es la distancia de un nodo con el resto dentro de una red. Mide las distancias geodésicas de todos los nodos, cuanto menor sea la distancia geodésica de un nodo con todos los demás, más cercano estará con respecto a ellos.
<b>Intermediación</b>	Mide las veces que un nodo se interpone entre otros en su distancia geodésica. Cuantas más veces se interponga un nodo en el camino más corto entre otros dos, más central es ese nodo.

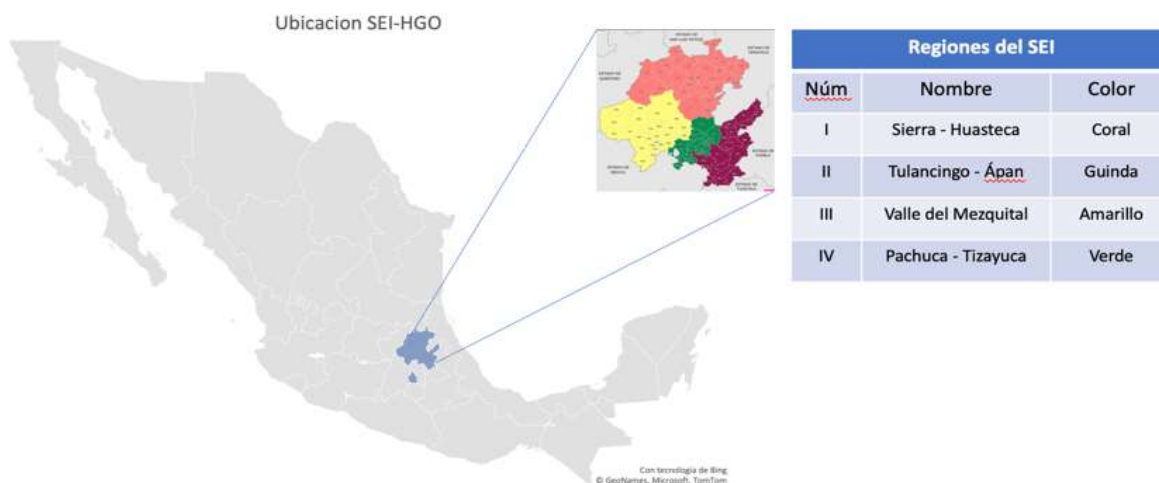
Nota. Elaboración propia.

#### **4.4 El Sistema Estatal**

En el estado de Hidalgo, la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Hidalgo (LCTIH), 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 instituciones de educación superior divididas en Universidades Tecnológicas, Universidades Politécnicas e Institutos Tecnológicos Superiores incorporados a la Secretaría de Educación Superior del Estado de Hidalgo, de las cuales 12 son de contexto urbano y 7 rural. Esto con el objetivo de generar un análisis que permita 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 competencia regional, mediante el impulso al trabajo colaborativo como un componente de la innovación social, óptima utilización de recursos y capacidades institucionales, que se encuentre orientado a la generación de conocimiento nuevo, en beneficio del sistema estatal de innovación en su conjunto.

Para esto, las Instituciones de Educación Superior seleccionadas brindan información de articulación en la generación de conocimiento entre ellas a través del establecimiento de Convenios Generales de Colaboración (CGC) y Convenios Específicos de Investigación y Desarrollo Experimental (CEIEDE). Lo anterior, a su vez, dividido en cuatro regiones definidas como: Sierra-Huasteca (región 1), Tulancingo-Apan (región 2), Pachuca-Tizayuca (región 3) y Valle del Mezquital (región 4). Esta regionalización permite hacer un comparativo entre regiones en términos de cohesión/fragmentación, el grado de centralidad y los actores importantes en el ámbito subnacional (Molina, 2001). En la Figura 12 se pueden apreciar las regiones del Sistema Estatal de Innovación (SEI).

**Figura 13.** Regiones del Sistema Estatal de Innovación



Nota: Elaboración propia.

De las 19 Instituciones de Educación Superior, 12 son de contexto urbano y 7 rural, en la Tabla 7 se muestra la oferta académica y el año de apertura de cada institución, así como el número de programas ofertados. Como se puede observar, el mayor número de programas corresponde a Ingeniería con 104, seguidos de Técnico Superior Universitario con 62 y Licenciatura con 50, hay un menor número de programas referentes a Especialidad y Doctorado. En cuanto a Maestría y Doctorado, el número es reducido de los que se encuentran en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), 8 y 3, respectivamente.

**Tabla 7.***Características de las universidades de la red por región*

<b>Región</b>	<b>IES(Act)</b>	<b>Urbano</b>	<b>Rural</b>	<b>TSU</b>	<b>Lic.</b>	<b>Ing.</b>	<b>Esp.</b>	<b>M</b>	<b>D</b>	<b>Año</b>
<b>I</b>	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
<b>II</b>	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
<b>III</b>	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
<b>IV</b>	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
<b>Total</b>	19	12	7	62	50	104	3	23	4	-
<b>PNPC</b>	-	-	-	-	-	-	0	6	3	-

Nota. Elaboración propia.

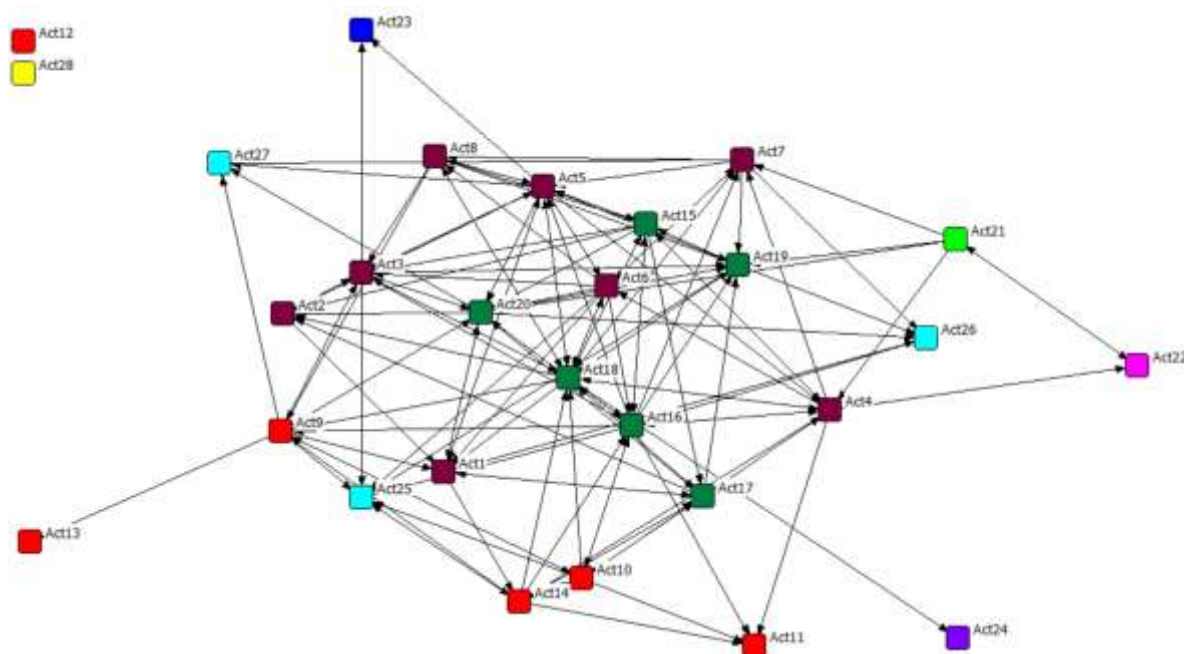
Se eligió para este análisis a las Instituciones de Educación Superior públicas (IESp) porque son las generadoras de conocimiento y conocimiento nuevo, que es consumido por la propia comunidad académica universidades, gobierno, sociedad civil organizada y las empresas.

En el estado de Hidalgo existen 28 IESp, sin embargo, de este universo se seleccionó a las 19 IESp 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, públicos y privados.

Las relaciones respecto del conjunto de 19 nodos se basaron en la aplicación de cuestionarios de 15 preguntas a los secretarios y/o directores académicos de IESp del estado de Hidalgo, la red de 28 nodos de la que parten los 19 nodos se muestra en el siguiente grafo:

**Figura 14:** Grafo 1. Red general de 28 IESp y Centros Públicos de Investigación formada por el conjunto de relaciones de CGC interinstitucionales de la que se seleccionaron las 19 IESp analizadas en este estudio



Nota: Elaboración propia.

Del grafo 1 sin entrar aún al análisis cuantitativo se observa la desarticulación de los actores 12 y 28, Asimismo, los actores 13 y 24 aportan poco a la cohesión de la red. En el grafo los colores representan lo siguiente: azul (Universidad Autónoma:1), guinda (Universidad Tecnológica:8), verde (Universidad Politécnica:6), azul cielo (Centro Público de Investigación:3), rojo (Instituto Tecnológico:6), rosa mexicano (Colegio:1), morado (Instituto Federal:1), amarillo (Universidad Pedagógica:1), y verde limón (Universidad Intercultural:1).

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



- $E_1$  corresponde a 140 relaciones del tipo CGC, de 342 posibles
- $E_2$  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 por orden numérico,  $V = \{w_1, w_2, \dots, w_{19}\}$ .

Posteriormente, codificamos como **1** si hay una relación que forme un elemento de  $E_1$  o  $E_2$  y con **0** si no se confirmó una relación de algunos de los dos tipos.

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  $G_1 = (V, E_1)$ ,  $G_2 = (V, E_2)$ .

**Tabla 8.**

*Matriz de adyacencia 19 IESp*

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

Nota. Elaboración propia.

Así pues, a continuación, se presenta un análisis de redes sociales de las IESPP de Hidalgo y sus relaciones por CGC y de CEIDE, así como sus relaciones con el SEI del estado de Hidalgo. Para esto se utilizó el software de análisis de redes sociales Ucinet V. 6.726, Netdraw y finalmente Keyplayer2 (Trujillo, Mañas y González, 2010).

## Capítulo V. Análisis de resultados

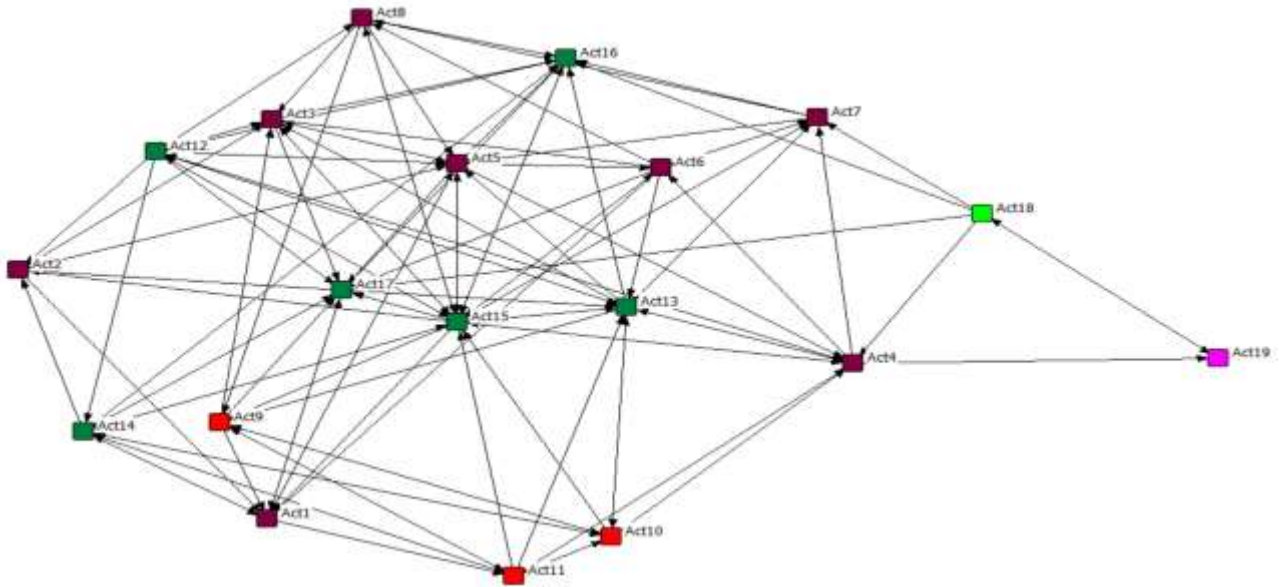
### 5.1 Análisis de resultados

En el presente capítulo se describen los resultados del análisis de redes sociales del Sistema Estatal de Innovación, articulado por 19 IESp (632 actores), a través del software Ucinet, los cuales se describen a continuación:

En este capítulo se presentan los principales resultados del análisis del sistema estatal de innovación articulado por 19 Instituciones de Educación Superior, desde el análisis de redes, el cual se busca mostrar como una base de gran importancia para el diseño de la política pública en ciencia, tecnología e innovación de Hidalgo.

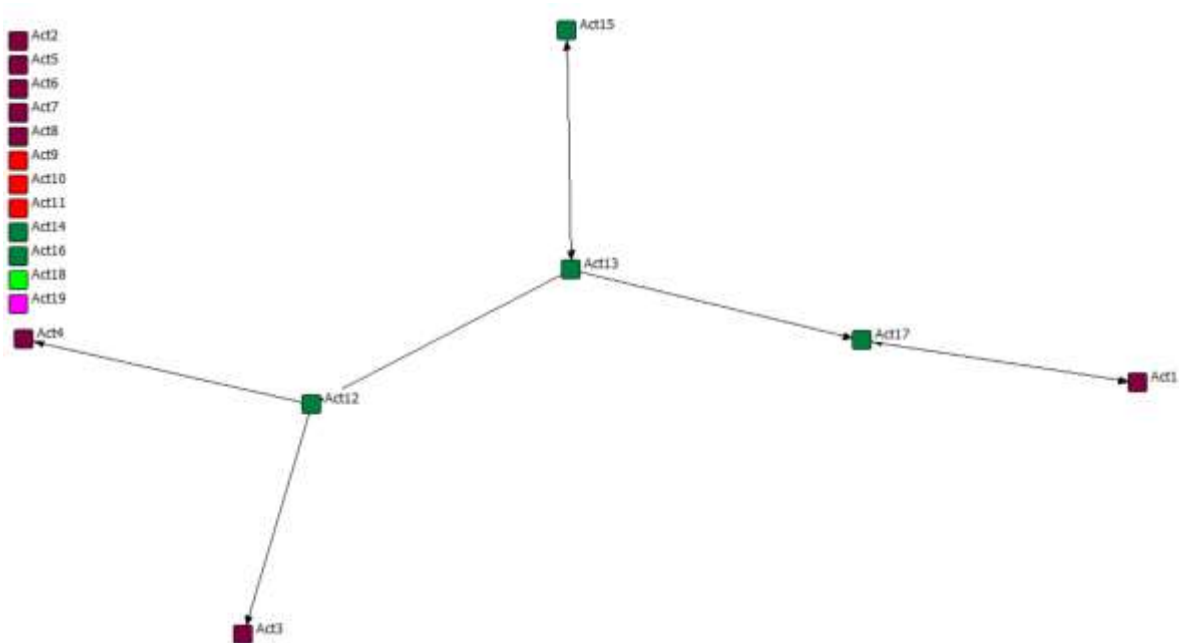
#### 5.1.1 Análisis de red de 19 IESp

**Figura 15.** Grafo 2. Red de 19 IESp formada por el conjunto de relaciones CGC interinstitucionales. Los colores de los nodos representan lo siguiente: guinda (UT), verde (UP), rojo (IT), rosa mexicano (Col) y verde limón (UI).



Nota: Elaboración propia.

**Figura 16.** Grafo 3. Red de 19 IESp conformada por el conjunto de CEIDE interinstitucionales. Los colores de los nodos representan lo siguiente: guinda (UT), verde (UP), rojo (IT), rosa mexicano (Colegios) y verde limón (UI).

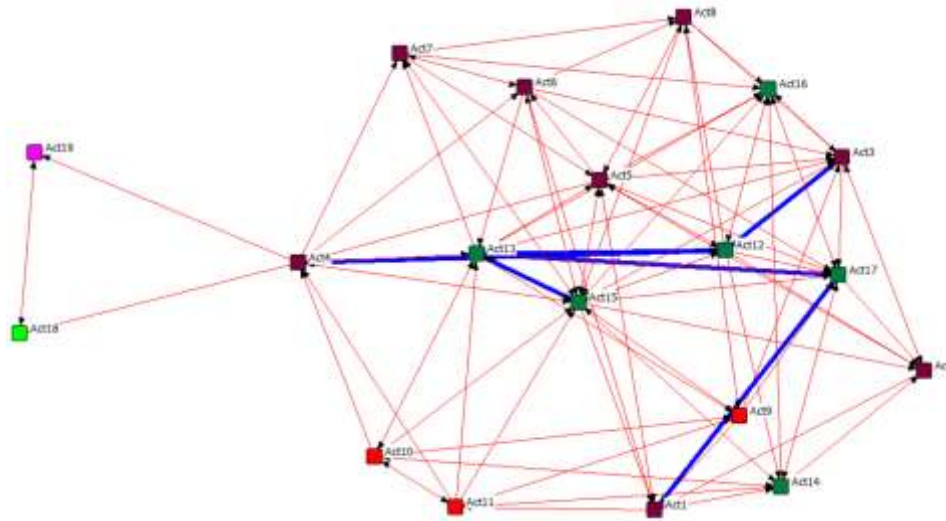


Nota: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en el grafo 3, las 19 IESp 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 aprecia que el número de relaciones entre las 19 IESp 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  $E = E_1 \cap E_2$ . Resultado una gráfica  $F_1 = (V, E)$  (Aguirre, 2014). Este grafo 4 concentra todos los convenios entre las IESp, 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 se observan 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.

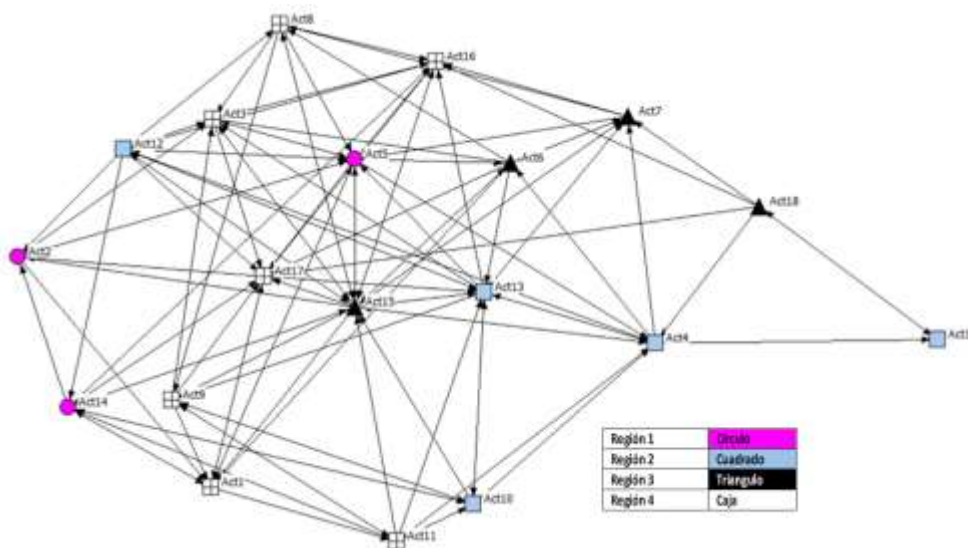
**Figura 17.** Grafo 4. Red de 19 IESp que consiste en la unión de los dos tipos de relaciones: CGC y CEIDE.



Nota: 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.

**Figura 18.** Grafo 5. Red de 19 IESp por convenios generales con atributos determinados por región.



Nota: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en el grafo 5, las IESp de la región 1 se representan por las cajas de color blanco; las IESp de la región 2 se representan 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 9.

**Tabla 9.**

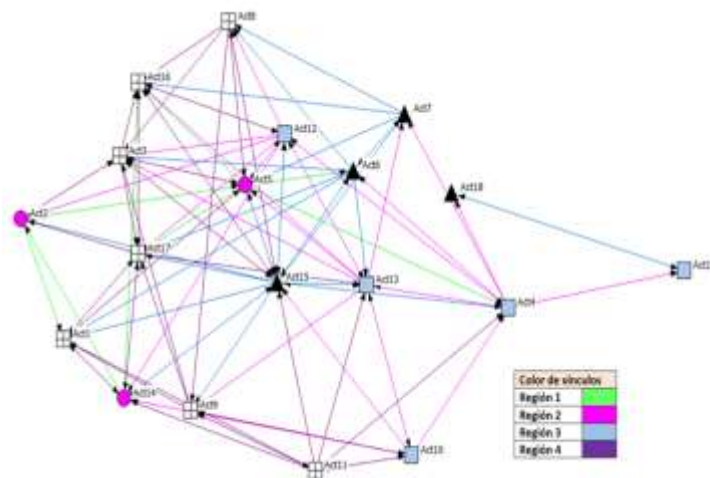
*Actores por región*

Región 1	Región 2	Región 3	Región 4
Act2	Act4	Act6	Act1
Act5	Act10	Act7	Act3
Act14	Act12	Act15	Act8
-	Act13	Act18	Act9
-	Act19	-	Act11
-	-	-	Act16
-	-	-	Act17

Nota. Elaboración propia.

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:

**Figura 19.** Grafo 6. Red de 19 IESp por convenios generales con atributos y vínculos determinados por región.



Nota: Elaboración propia.

**Tabla 10.**

*Numero de vínculos por región*

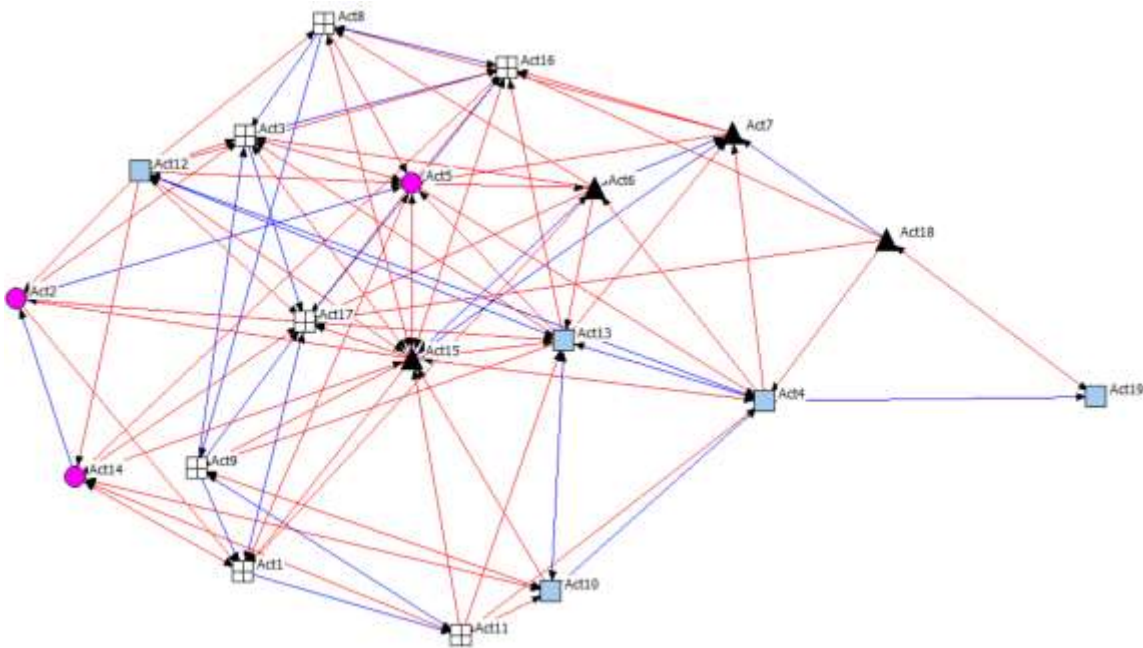
Región 1	Región 2	Región 3	Región 4
18	34	26	33

Nota. Elaboración propia.

De acuerdo con el grafo 6 y la tabla 9, 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.

**Figura 20.** Grafo 7. Red de 19 IESp por convenios generales con vínculos intrarregionales en color azul e interregionales en color rojo.



Nota: Elaboración propia.

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

### 5.1.2 Centralidad de la red de 19 IESp

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 11.**

*Indicadores de grado de centralidad de salida de CGC*

<b>Grados máximos</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Grado mínimo y máximo</b>	<b>Grado de centralidad</b>	<b>Medida de centralización de una gráfica Estrella Perfecta Freeman (intermediación)</b>
Act15	6.053	2.892	1-14	Centralidad de salida	18.34%
Act12				46.605%	
Act13				Centralidad de entrada 34.877%	
<b><i>Indicadores de grado de centralidad de salida de CEIDE</i></b>					
Act13	0.421	0.815	0-3	Centralidad de salida 1	1.71%
Act12				5.123%	
Act1				Centralidad de entrada 9.259%	

Nota. 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.

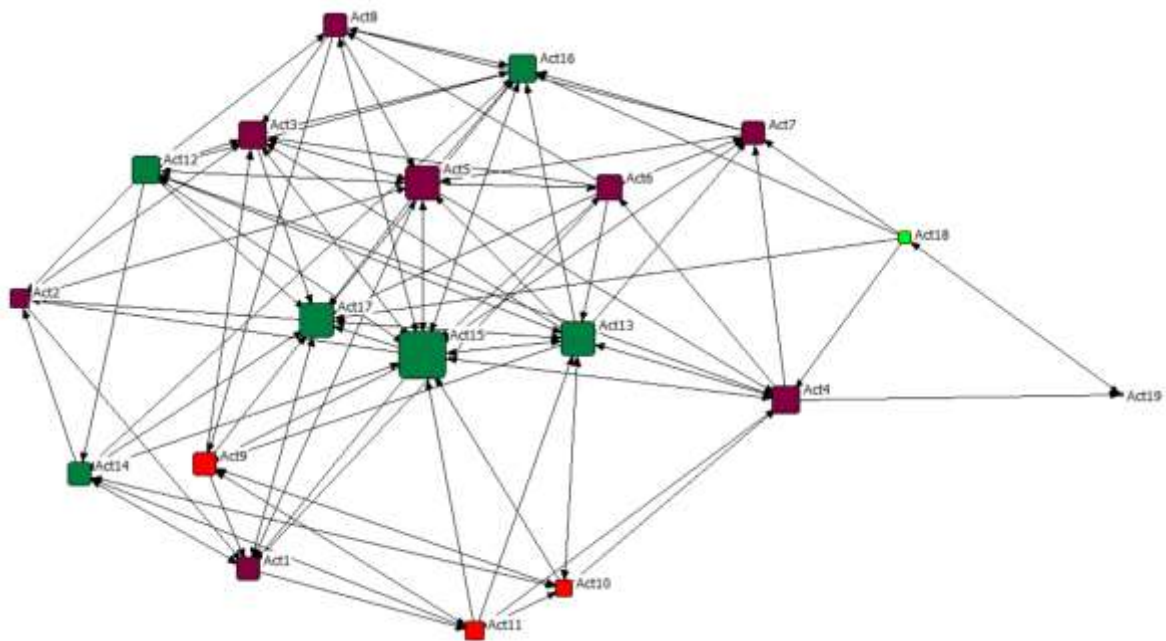
La desviación estándar nos indica qué tan heterogéneos u homogéneos son los nodos en lo que a posiciones estructurales de la red. Considerando los coeficientes de 2.892 para centralidad de salida y entrada de la red por convenios generales, podemos considerar que hay homogeneidad en cuanto a la centralidad (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 nos indica qué tan heterogéneos u homogéneos son los nodos en lo que a posiciones estructurales de la red. Considerando los coeficientes de 0.815 para centralidad de salida y entrada de la red por convenios generales, podemos considerar 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] (Ibídem).

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 observamos 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).

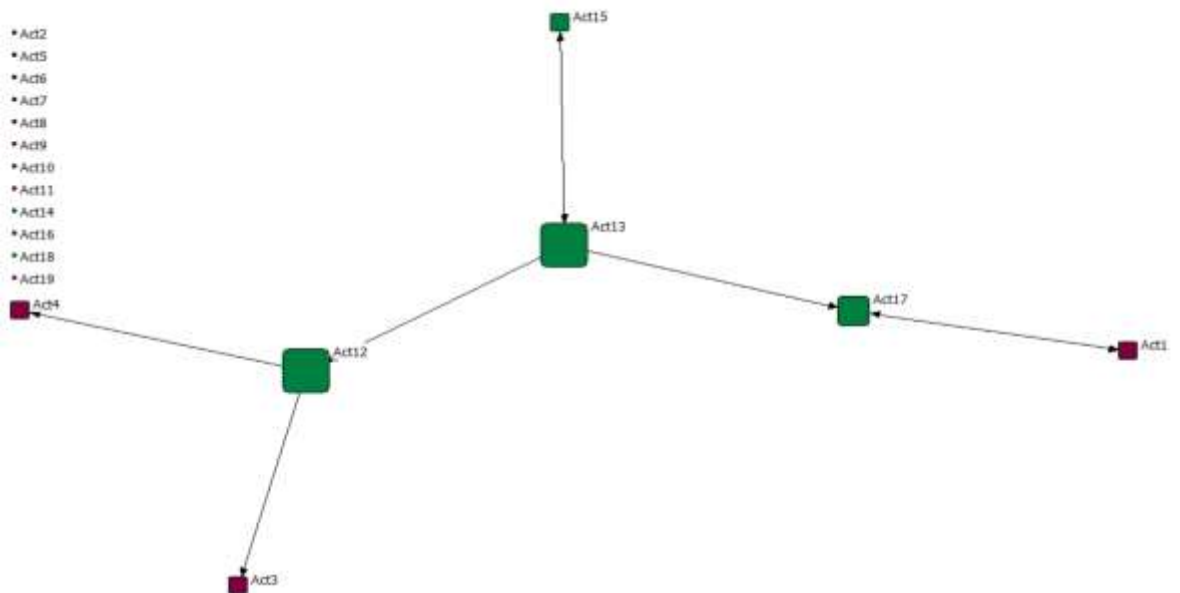
A continuación, se muestran los siguientes grafos que permiten visualizar los resultados de los mencionados indicadores de centralidad.

**Figura 21.** Grafo 8. Red de 19 IESp de acuerdo con su tipo de institución por convenios generales con grados de centralidad.



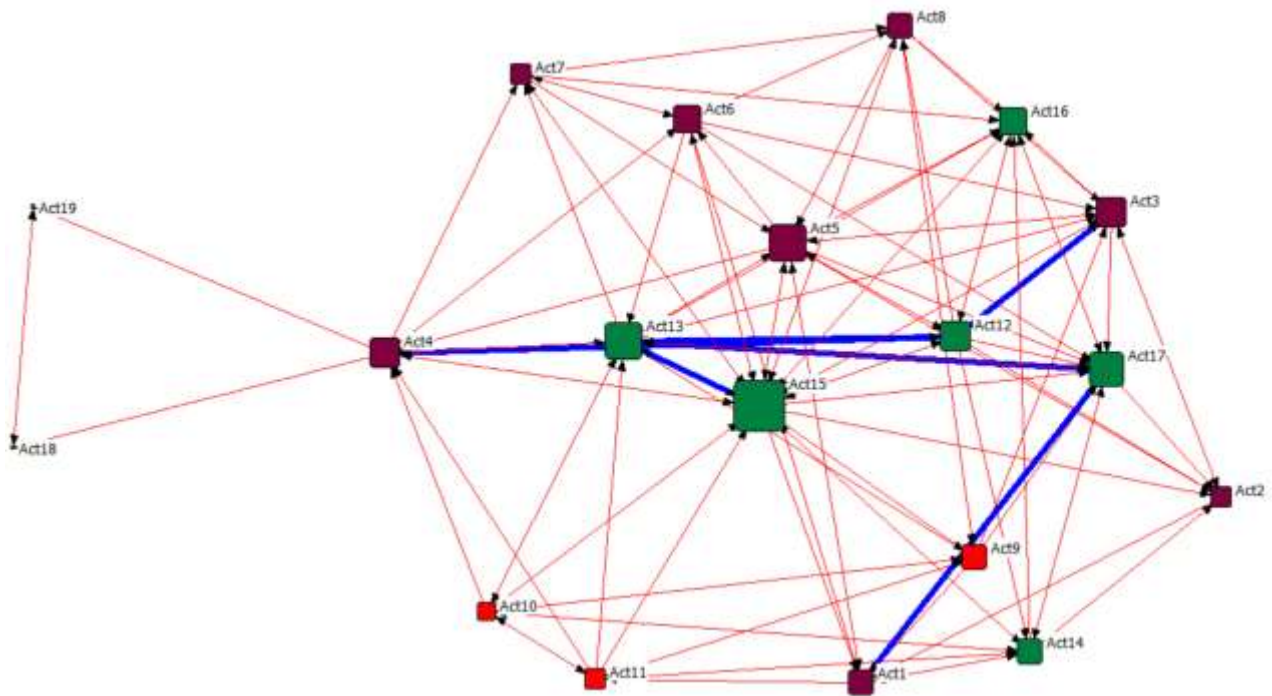
Nota: Elaboración propia.

**Figura 22.** Grafo 9. Red de 19 IESp de acuerdo con su tipo de institución por convenios de IDE con grados de centralidad.



Nota: Elaboración propia.

**Figura 23.** Grafo 10. Red de IESp total con grados de centralidad que consiste en la unión de los dos tipos de relaciones: CGC y CEIDE.



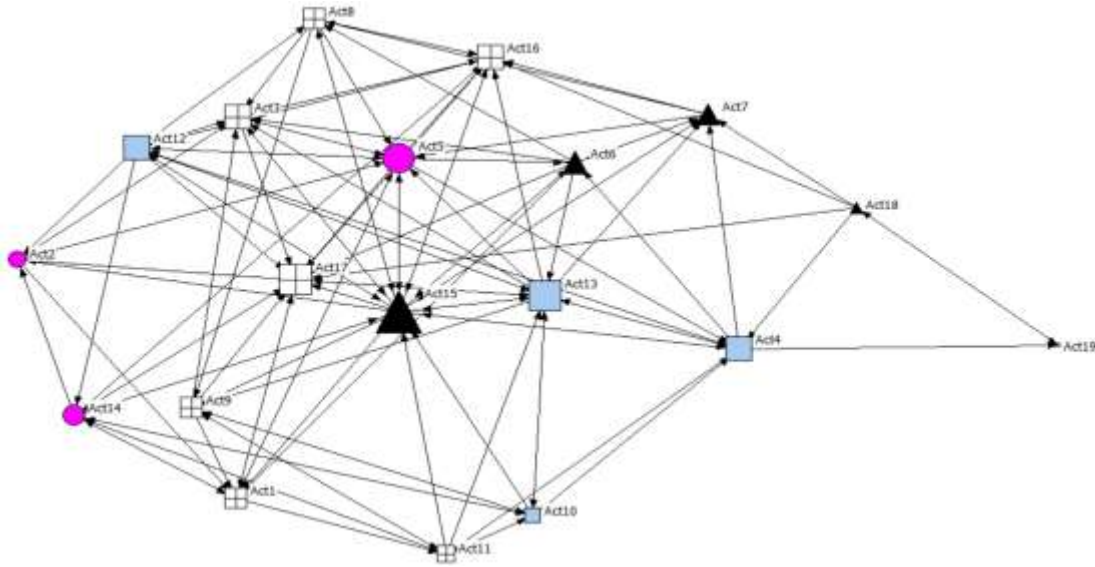
Nota: Elaboración propia.

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 este grafo pueden observarse aristas de color rojo y azul, estas últimas más gruesas, las cuales representan las aristas de CEIDE.

### ***5.1.3 Análisis regional***

Para fines del análisis, este se dividió al Estado de Hidalgo en cuatro regiones que conforman el Sistema Estatal de Innovación de la entidad como se muestra a continuación:

**Figura 24.** Grafo 11. Red de 19 IESp por convenios generales con atributos determinados por región, con grados de centralidad



Nota: 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 el actor 15, y de la región cuatro el principal es el actor 17.

**Tabla 12.**

*Red IESp por convenios generales*

<b>Tipo de indicador</b>	<b>Nivel</b>	<b>Coficiente</b>
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

Nota. 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%, lo 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 13.**

*Red de IESp por convenios de IDE*

<b>Tipo de indicador</b>	<b>Nivel</b>	<b>Coefficiente</b>
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

Nota. Elaboración propia.

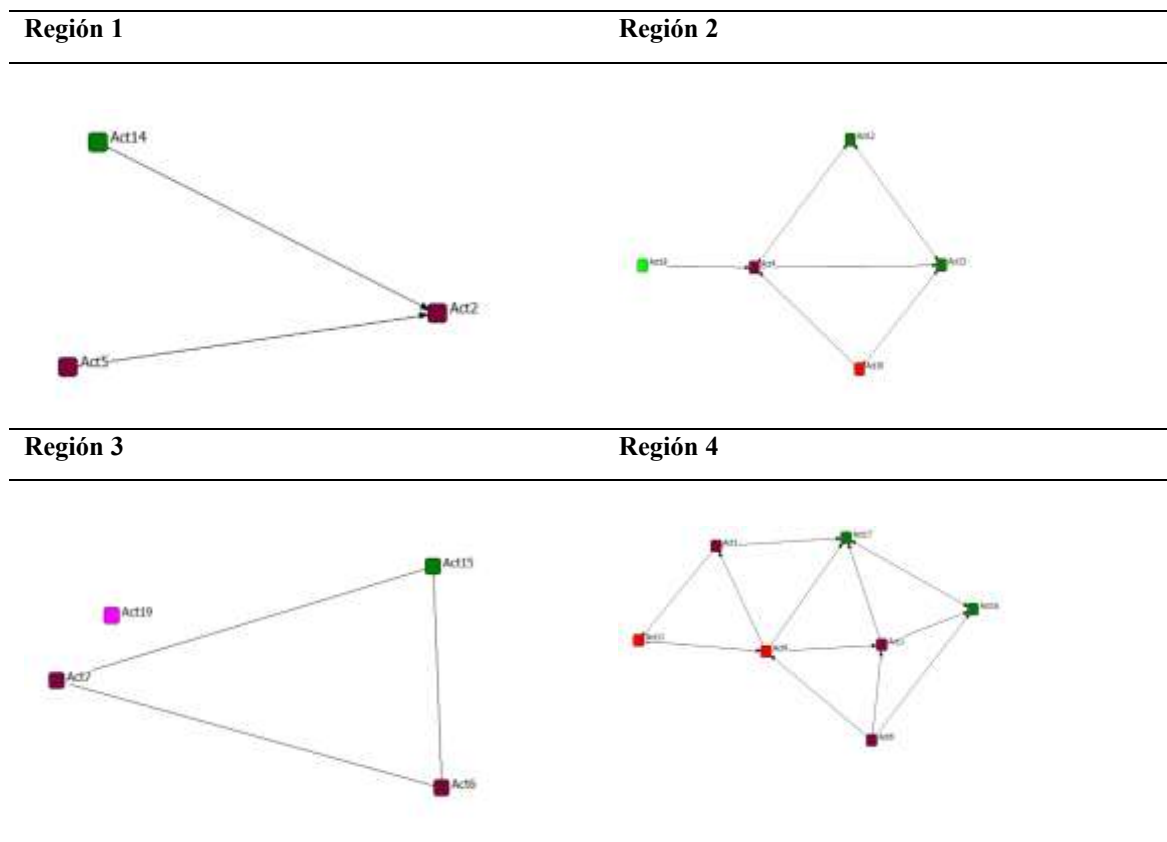
En el caso de la red de IESp por convenio de IDE, esta tiene 19 nodos y únicamente 8 vínculos, lo que implica que muy pocas IESp se vinculan entre sí. De igual forma, tiene una densidad de 2.6% que implica que las IESp tienen escasa cohesión, lo que se ve reiterado por el número de componentes de la 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.

#### ***5.1.4 Análisis de redes regionales por convenios generales (28 nodos)***

En el análisis de regiones se consideraron tanto las IESp adscritas a la Secretaría de Educación Pública (SEP) como las que no lo 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 14.**

*Redes de IESp por convenios generales de las cuatro regiones del estado de Hidalgo*



Nota. Elaboración propia.

**Tabla 15.**

*Indicadores de cohesión de la red de IESp por convenios generales*

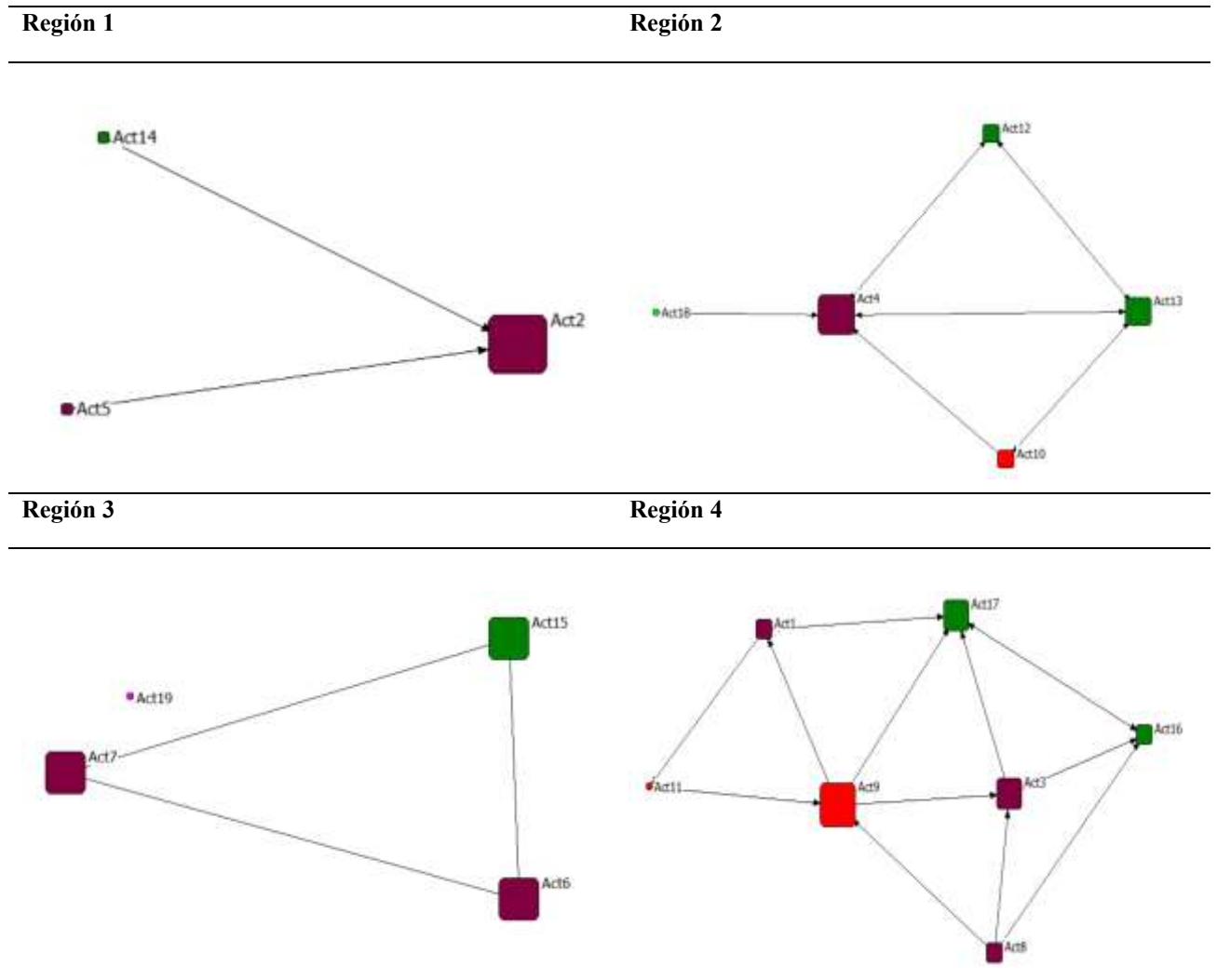
Indicador	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4
Número de nodos	3	5	4	7
Vínculos	3	10	6	15
Diámetro	2	3	1	5
Grado medio	0.500	1.500	0.769	2.143
Densidad	0.500	0.500	0.500	0.357
Porcentaje de nodos aislados (componentes)	2	2	2	8
Porcentaje de nodos en el componente principal	0.500	0.625	1.500	0.667
Distancia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

Nota. Elaboración propia.

En cuanto a los indicadores de cohesión de las redes regionales, de acuerdo con la tabla 14, el número de nodos de las cuatro regiones analizadas, la más grande es la región 3 y la más pequeña es la región uno con 13 y 6 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 16 y 3 vínculos respectivamente. Sin embargo, la región 4 es la que tiene la distancia más larga entre cada nodo con 5 nodos entre cada nodo, mientras que las otras 3 regiones tienen una distancia entre cada nodo de 2. Asimismo, la región 3 es la red que tiene el mayor número de nodos aislados con 11, seguida de la región 4 con 8 nodos, por su parte las regiones 1, 2 tienen 5 nodos aislados cada una. En cuanto a la cantidad de relaciones en entre los nodos del grupo, la región 2 es la que tiene una mayor cantidad con 2.4 y la que registra una menor cantidad de relaciones es la región 1 con 1 relación. 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 3; sin embargo, dicho esfuerzo es muy pequeño en todos los casos, mientras que, de acuerdo con su densidad, la región 2 es la que tiene mayor cohesión y la región 3 es la menos cohesionada.

**Tabla 16.**

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



Nota. Elaboración propia.



**Tabla 17.**

*Indicadores de centralidad de la red de IESp por convenios generales*

<b>Indicador</b>	<b>Región 1</b>		<b>Región 2</b>		<b>Región 3</b>		<b>Región 4</b>	
<b>Indicador de centralidad de intermediación (%)</b>	50.00		21.88		0.00		16.85	
<b>Centralidad de grado (%)</b>	<b>Centralidad de:</b>							
	<b>Entrada</b>	<b>Salida</b>	<b>Entrada</b>	<b>Salida</b>	<b>Entrada</b>	<b>Salida</b>	<b>Entrada</b>	<b>Salida</b>
	0.7500	0.0000	0.6250	0.3125	0.3333	0.3333	0.3611	0.3611
<b>Grado de intermediación</b>	<b>Actor</b>	<b>Valor</b>	<b>Actor</b>	<b>Valor</b>	<b>Actor</b>	<b>Valor</b>	<b>Actor</b>	<b>Valor</b>
	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
<b>Cercanía de grado medio</b>	<b>Actor</b>	<b>Rango</b>	<b>Actor</b>	<b>Rango</b>	<b>Actor</b>	<b>Rango</b>	<b>Actor</b>	<b>Rango</b>
	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
<b>Poder Bonacich</b>	<b>Actor</b>	<b>Valor</b>	<b>Actor</b>	<b>Valor</b>	<b>Actor</b>	<b>Valor</b>	<b>Actor</b>	<b>Valor</b>
	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

Nota. Elaboración propia

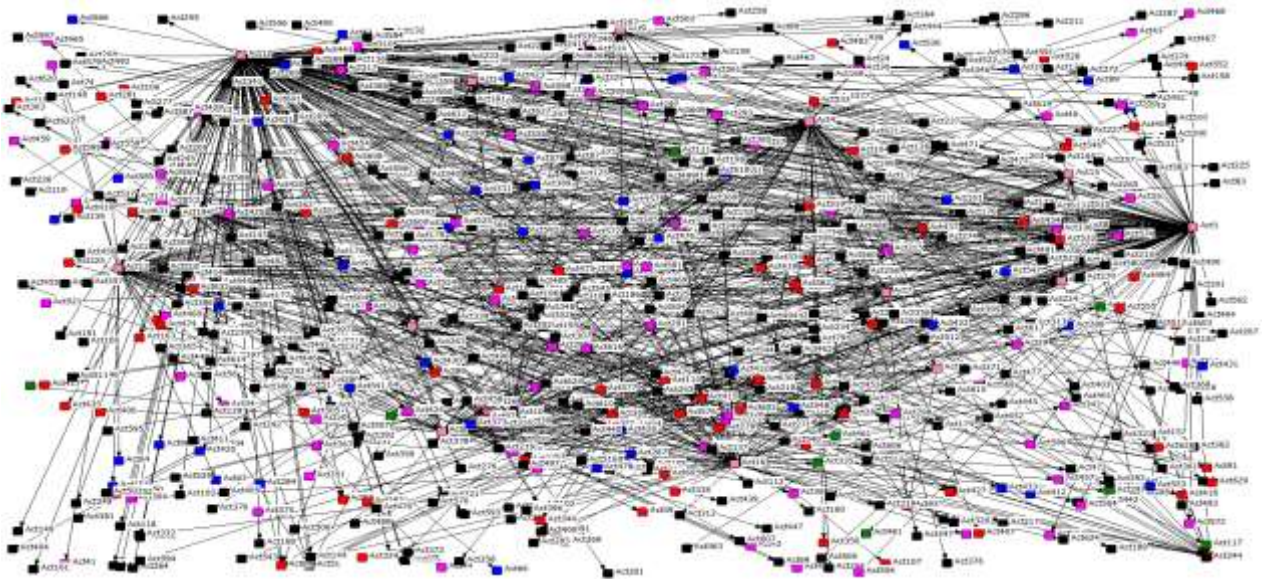
De acuerdo con la tabla anterior, en el supuesto de que un actor puede o no ser central, lo cual refleja su importancia y una red puede o no estar centralizada, implicando funcionamiento global, los indicadores de centralidad de las redes regionales muestran que la región 2 tiene la mayor centralidad de entrada con 40.8%, en cambio la región 4 tiene la mayor centralidad de salida con 36.3%, 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 4 con un índice de 9.5%, mientras que la que tiene el índice más bajo es la región 3 con 2.7%. Esto significa que la región 4 es la zona 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 3 y 4. Por último, la región 3 es en la que una mayor cantidad de instituciones de educación superior actúan como intermediarias entre grupos desconectados.

### ***5.1.5 Análisis del Sistema Estatal de Innovación***

En este apartado se muestran los resultados principales del análisis de redes aplicado al Sistema Estatal de Innovación articulado por las 19 IESp de este estudio.

### 5.1.5.1 SEI con nodos por comunidad

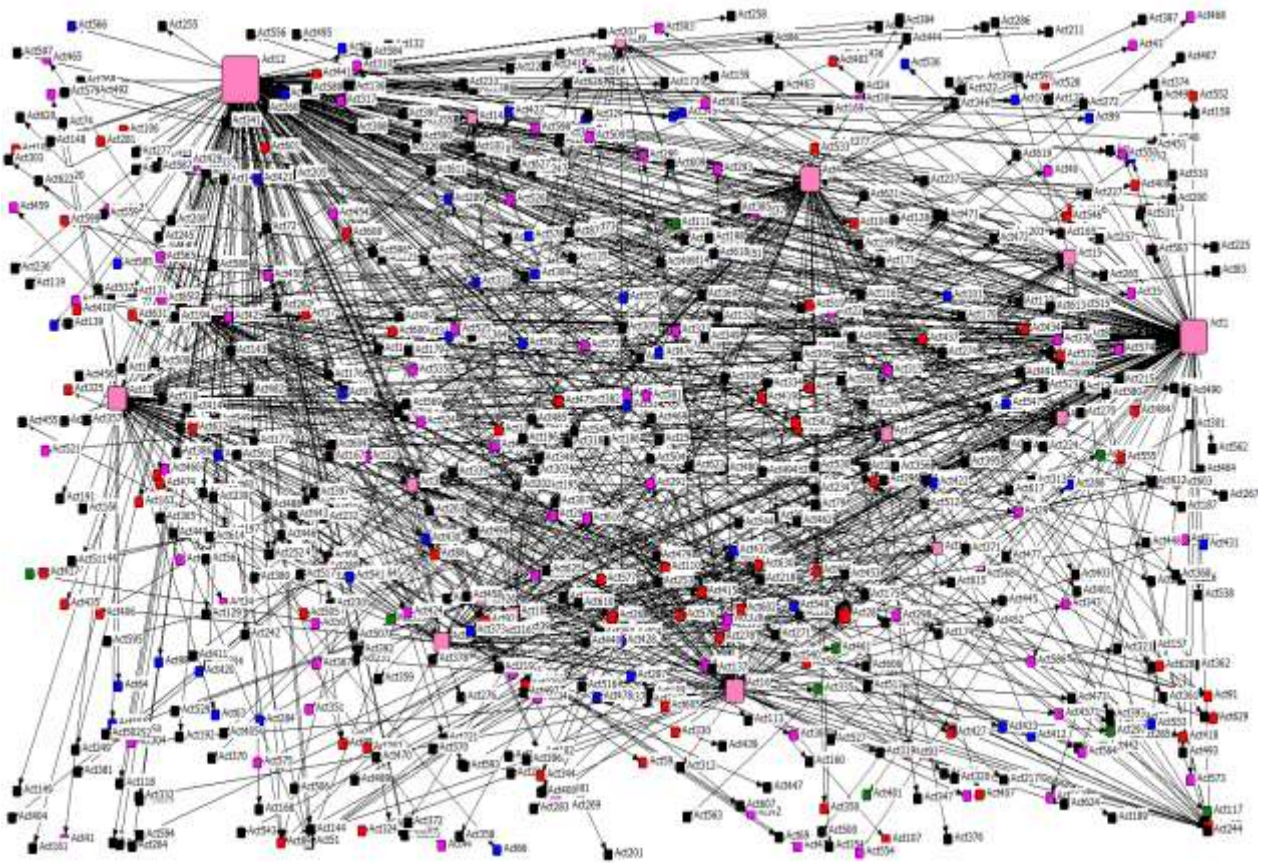
**Figura 25.** Grafo 12. Sistema estatal de innovación articulado por 19 IESp (rosa claro) por comunidades, rosa: IES, negro: empresas, rojo: gobierno, azul: sociedad y verde: otros



Nota: Elaboración propia.

En el grafo anterior se puede apreciar al sistema estatal de innovación resaltando a las comunidades que forman parte del SEI del estado de Hidalgo, el cual se articula en función de los vínculos establecidos entre las 19 IESp que son objeto de análisis del presente estudio, mismas que están representadas por los cuadros color rosa claro. Por lo que se puede apreciar las 19 IESp en cuestión, generan un sistema de interrelaciones con 513 actores pertenecientes a las cuatro comunidades del SEI del estado de Hidalgo. La mayor cantidad de relaciones entre las IESp y las comunidades del SEI, se da con actores pertenecientes a las comunidades estatal y empresarial, y los actores con los que menos se relacionan las IESp pertenecen a la comunidad de la sociedad. Asimismo, la mayor concentración de relaciones con las comunidades del SEI la tienen los actores 1, 13 y 12 que pertenecen a la comunidad de Instituciones de Educación Superior, como se muestra en el siguiente grafo.

**Figura 26. Grafo 13. Sistema estatal de innovación articulado por 19 IESp (rosa claro) por comunidades, rosa: IES, negro: empresas, rojo: gobierno, azul: sociedad y verde: otros, con grados de centralidad de grado**



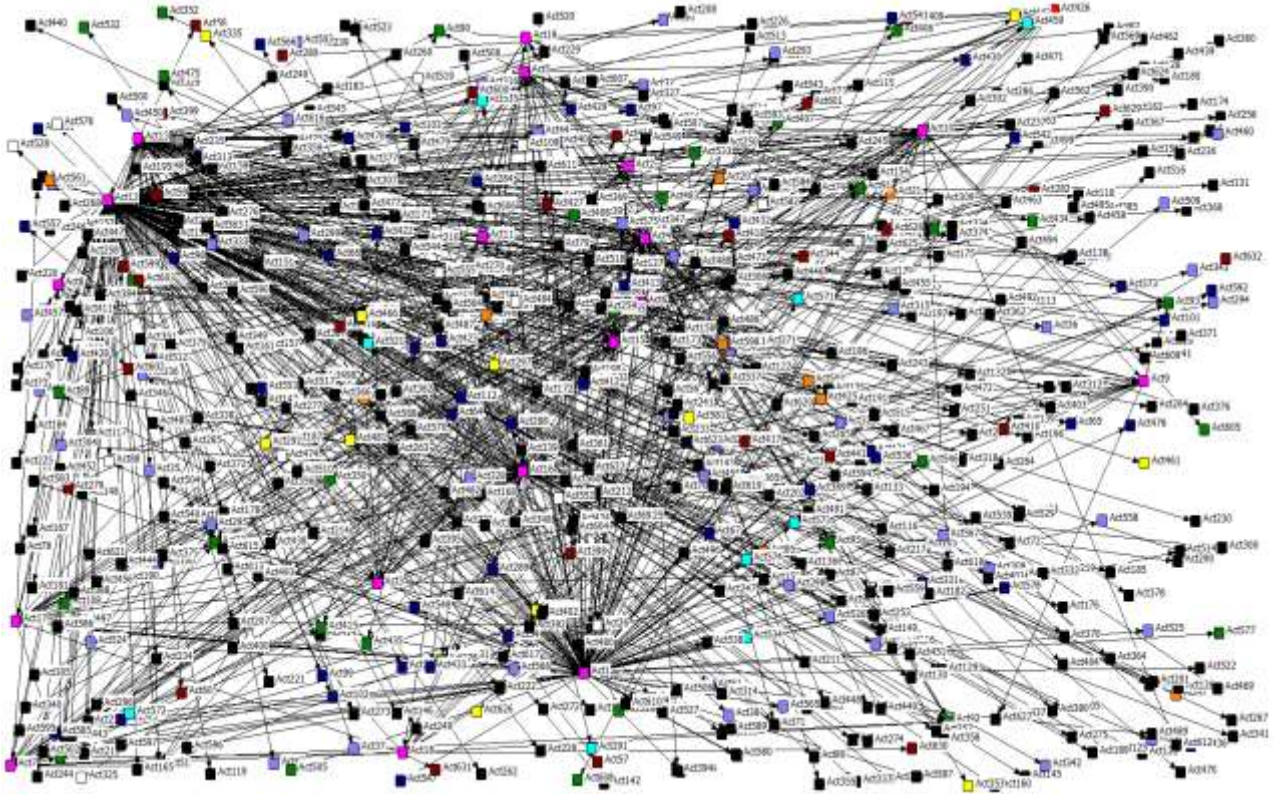
Nota: Elaboración propia.

Como se muestra en el presente grafo, de las 19 IESp en que se basa el presente estudio no todas se vinculan en el mismo grado con las comunidades del Sistema Estatal de Innovación, en este caso las IESp más importantes son los actores 1, 4, 12, 13 y 16, siendo el actor 12 el más relevante, mientras que las demás IESp se vinculan en un mucho menor grado con las comunidades del SEI. Esta misma tendencia se puede apreciar en el siguiente apartado con grafos de nodos por tipo de actor.



### 5.1.5.2 SEI con nodos por tipo actores

Figura 27. Grafo 14. Sistema estatal de innovación articulado por 19 IESp (632 actores)



Nota: Elaboración propia.

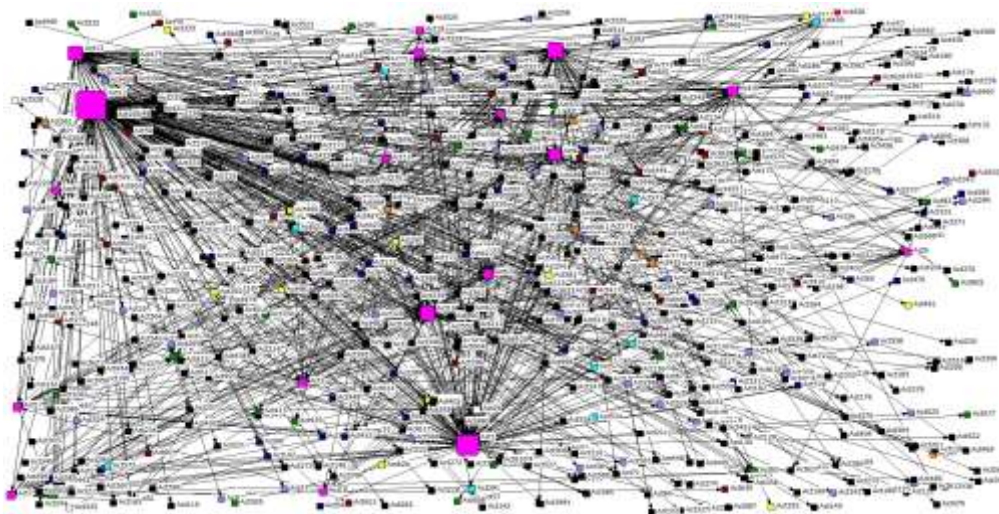
**Tabla 18.** *Tipos de actores en la red por color*

<b>Actor</b>	<b>Color</b>
IESp	Rosa
CI	Naranja
EMP	Negro
GF	Blanco
GE	Verde
IESn	Morado
SOC	Azul marino
GM	Guinda
IESm	Amarillo
IEBk	Gris
IESi	Azul cielo
GE(LEG)	Rojo

Nota. Elaboración propia.

El grafo anterior viene acompañado por la tabla 17, en la que se definen los actores de la red por color, en este el Sistema Estatal de Innovación está articulado en función de los vínculos establecidos entre las 19 IESp que son objeto de análisis del presente estudio, con los demás actores del SEI, entre los que se encuentran cuatro tipos de Instituciones de Educación Superior, Centros de Investigación, Empresas, Gobierno Federal, Estatal y Municipal y la Sociedad Civil, siendo las Empresas, el Gobierno y otras IES con las que más se relacionan las IESp, mientras que se relacionan en menor medida con Centros de Investigación y la Sociedad Civil, esto se puede apreciar mejor en el siguiente grafo.

**Figura 28.** Grafo 15. Sistema estatal de innovación articulado por 19 IESp (632 actores) con grados de centralidad de grado



Nota: Elaboración propia.

En el presente grafo se puede apreciar a los actores más centrales del SEI y por ende las IESp que más se vinculan y son más buscadas por los actores de dicho sistema. En este caso son los actores 1, 4, 12, 13 y 16, siendo las demás IESp quienes se vinculan en mucho menor medida dentro del sistema. Esto demuestra que no todas las IESp tienen el potencial de generar vinculaciones con los demás actores del sistema, lo cual da cuenta de que existen diversas fallas de redes dentro del SEI, lo cual puede deberse a muchos factores, entre los que se encuentran vínculos débiles entre actores del sistema, excesiva vinculación, dependencia tecnológica y de incapacidad de adaptación a cambios tecnológicos.

### 5.1.5.3 Análisis de actores clave del SEI

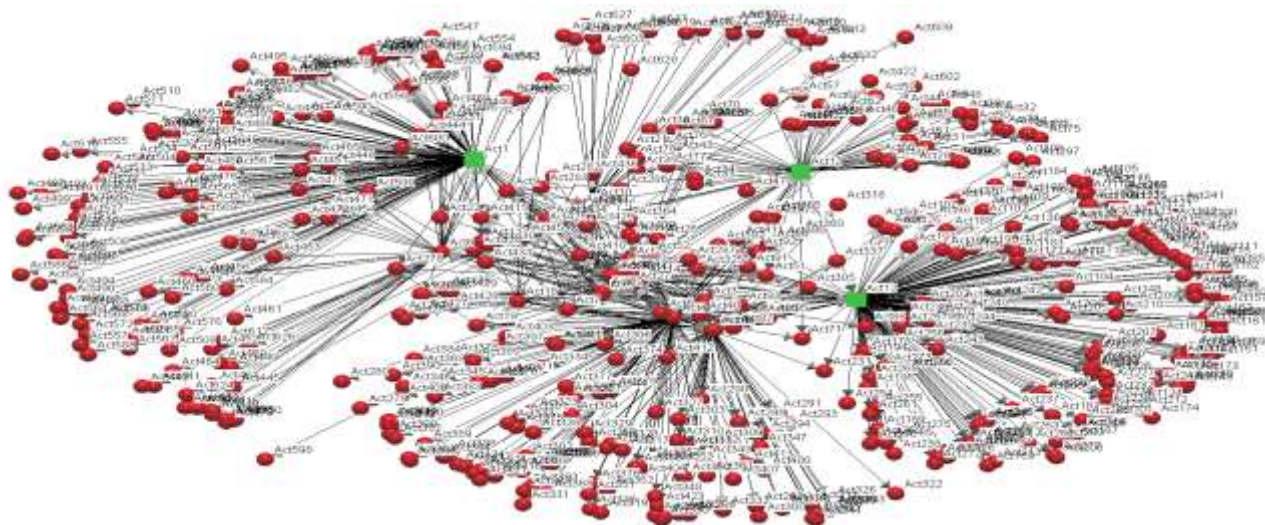
Se utilizó el software KeyPlayer con el fin de encontrar un conjunto de nodos, llamados conjunto  $k_p$ , de tamaño  $k$ , con dos posibilidades (Borgatti, 2002). Primero, si se remueve el conjunto- $k_p$ , resultaría en una red con la menor cohesión posible, esto es que la red se fragmenta; segundo,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



La primera posibilidad se utiliza para seleccionar a aquellas IESp que son las más importantes dentro del Sistema Estatal de Innovación en cuanto a convenios generales. El resultado fue el que se muestra a continuación.

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

**Figura 29.** Grafo 16. Conjunto-kp seleccionado en el procedimiento KPP-Neg en KeyPlayer 2



Nota: Se resaltan los actores del sistema estatal de innovación que después de ser removidos generan una red sin cohesión, por lo que los actores clave son: Act1, Act12 y Act13, de los cuales, todos son IESp.

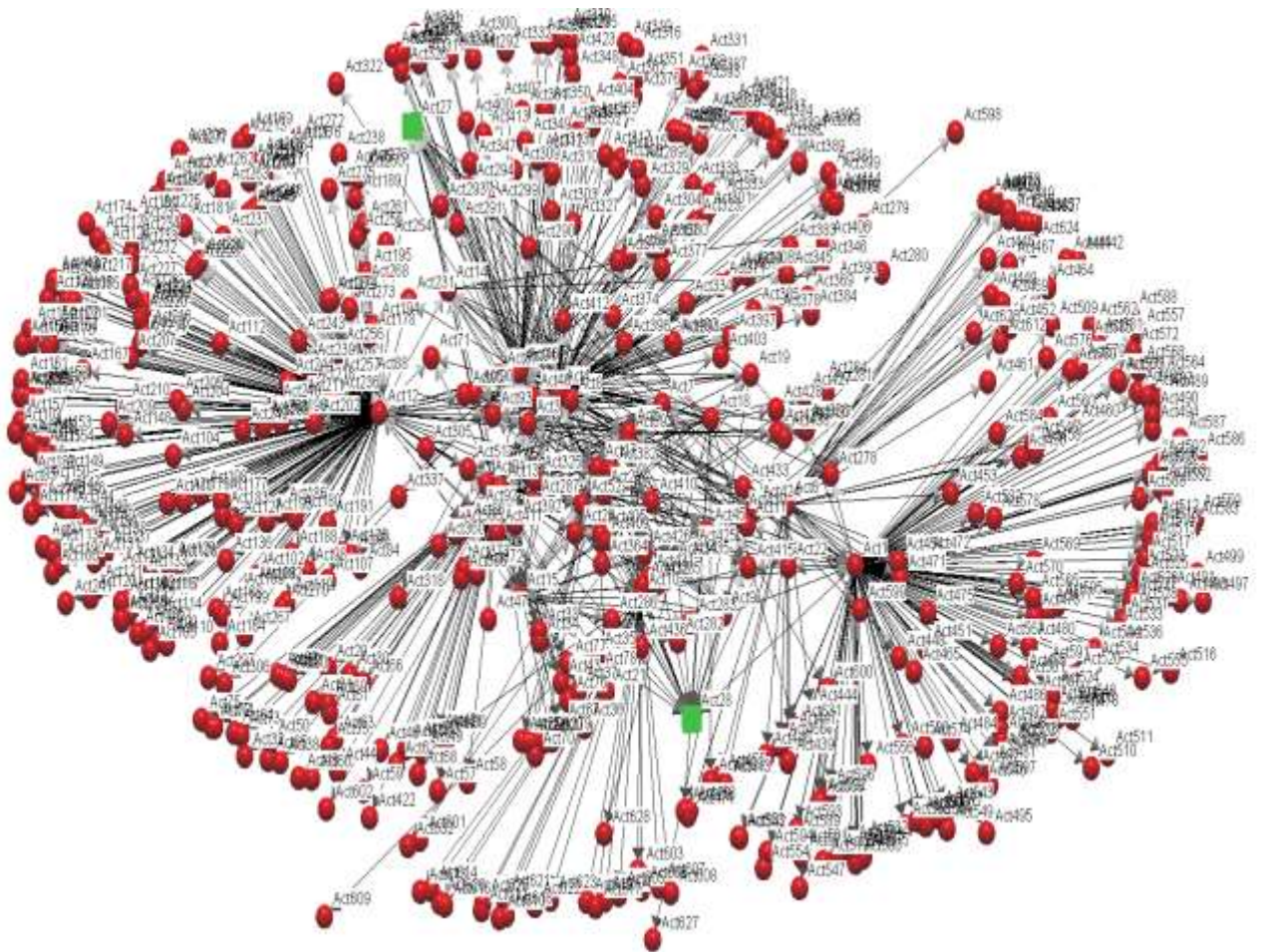
Elaboración propia.

En el grafo anterior se resaltan las IESp que después de ser removidas, tienen un efecto máximo en el cambio de la fragmentación, por lo cual se generaría una condición final que es una red sin cohesión. Por lo que las IESp clave en la generación de convenios generales en el Sistema Estatal de Innovación son: Act1, Act12 y Act13, las cuales son una universidad tecnológica y dos universidades politécnicas, por lo que son a quienes se tiene que dirigir la política pública para impulsar el establecimiento de vínculos en el SEI del estado de Hidalgo, ya que ello implicaría el establecimiento de 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).



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 está basado en los grados de entrada; el otro es el procedimiento “Diffuse”, que 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:

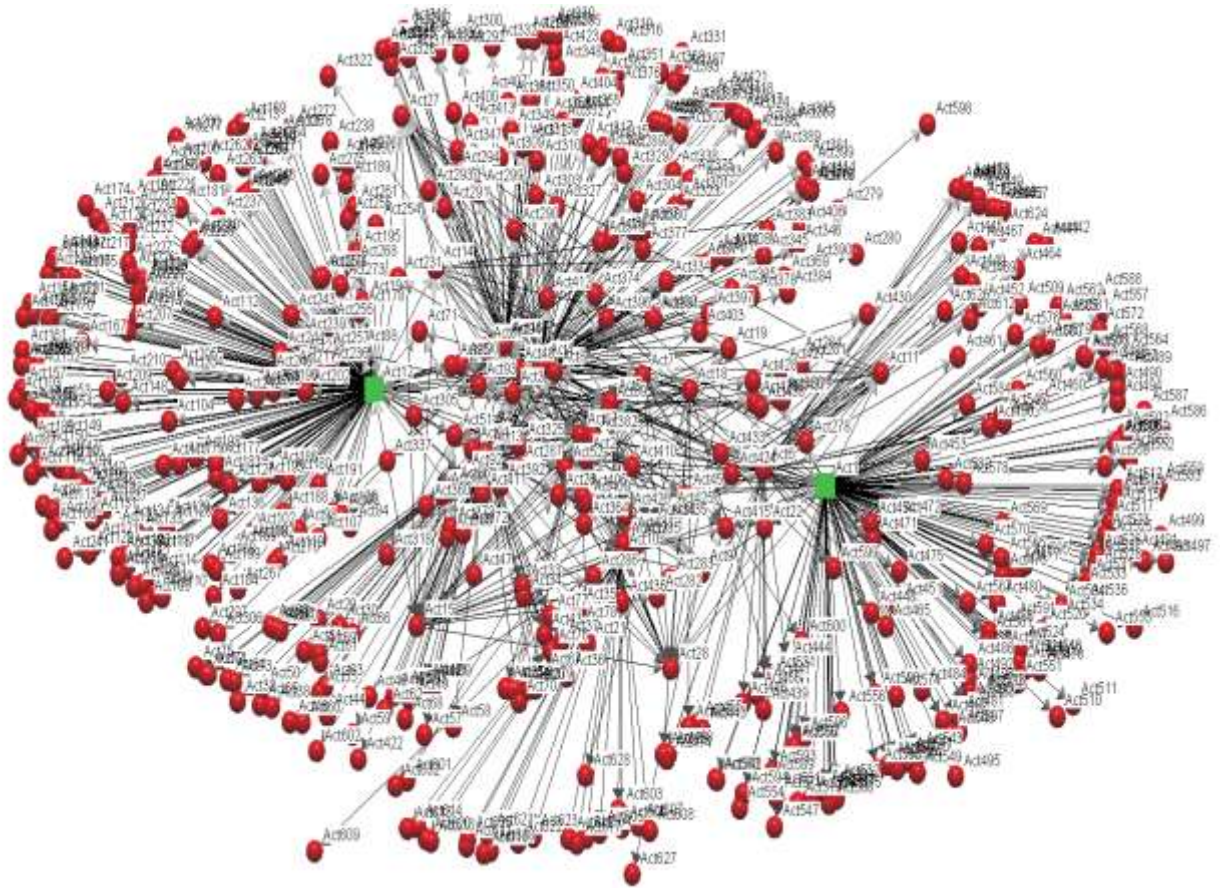
**Figura 30.** Grafo 17. Conjunto-kp positivo seleccionado, procedimiento “Harvest”, en KeyPlayer 2



Nota: Los actores más buscados en el sistema estatal de innovación para el establecimiento de vínculos son: Act28, Act27, los dos pertenecen al gobierno estatal. Elaboración propia.

En el presente grafo los actores clave del SEI por tener un mayor número de vínculos son los actores Act28 y Act27, lo que significa que son los actores más buscados en la red para el establecimiento de relaciones, los dos pertenecen al gobierno estatal, lo que las convierte en el tipo más importante de institución que las IESp buscan para el establecimiento de convenios generales dentro del SEI.

**Figura 31.** Grafo 18. Conjunto-*kp* positivo seleccionado (dos nodos), procedimiento “Diffuse”, realizado en KeyPlayer 2



Nota: Los actores que establecen el mayor número de vínculos en el sistema estatal de innovación son: Act1, Act12, de los cuales, ambos son IESp. Elaboración propia.

En el grafo anterior se muestran los actores clave por ser quienes establecen el mayor número de convenios generales con otros actores, estos son: Act1, Act12, los cuales son una universidad tecnológica y una universidad politécnica, por lo que se puede decir que son los

dos tipos de IESp que buscan establecer el mayor número de convenios generales con otras los actores que conforma el SEI, y por ende son los actores que más se vinculan.

### 5.1.6 Indicadores de la red

En este apartado se muestran los indicadores generales de la red, así como indicadores de cohesión y centralidad, para comprender mejor su composición. Esto se muestra en las siguientes tablas.

**Tabla 19.**

*Indicadores de cohesión de la red*

<b>Tipo de indicador</b>	<b>Coefficiente</b>
Nodos y tamaño de la red	Número de nodos k=632
Número de vínculos	834
Densidad	0.002 (2%)
Número de componentes (nodos aislados)	614
Diámetro	5
Grado medio ( <i>Avg Degree</i> )	1.32
Porcentaje de nodos en el componente principal ( <i>Proportion</i> )	0.994
Distancia geodésica media	2.605

Nota. Elaboración propia.

En cuanto a la cohesión de la red del Sistema Estatal de Innovación articulado por 19 IESp, este tiene 632 nodos y únicamente 834 vínculos, lo que implica que muy pocas IESp se vinculan en alta proporción con los demás actores del SEI. Asimismo, tiene una densidad de 2% que implica que las IESp tienen escasa cohesión, lo que se ve reiterado por el número de componentes de la red que es 614, es decir, tiene 614 nodos de 632 que están aislados de los demás, y tiene una distancia máxima entre dos nodos en toda la red de 2.6. Esto significa que los actores del SEI están muy dispersos y casi no se vinculan.

**Tabla 20.**

*Indicadores de centralidad*

<b>Indicador</b>	<b>Coefficiente</b>		
<b>Índice de centralidad de intermediación</b>	0.87%		
	Act12	3469.394	0.873
	Act1	2333.021	0.587
	Act4	1959.403	0.493
	Act15	1903.617	0.479
	Act16	1648.904	0.415
	Act13	1643.372	0.413
	Act5	1548.707	0.390
	Act6	837.432	0.211
	Act17	834.592	0.210
<b>Grado de intermediación</b>	Act18	702.000	0.177
	Act10	616.220	0.155
	Act14	334.380	0.084
	Act3	330.378	0.083
	Act9	255.323	0.064
	Act7	232.567	0.059
	Act11	224.401	0.056
	Act19	109.948	0.028
	Act2	92.190	0.023
	Act8	42.151	0.011
<b>Cercanía de grado medio (<i>Avg distance</i>)</b>	2.605		
<b>Centralidad de grado</b>	Centralidad de salida: 33.124%		
	Centralidad de entrada: 2.806%		
<b>Poder Bonacich (beta)</b>	0,152632650606872		
	Act1	1	
	Act3	1	
	Act4	1	
	Act5	1	
	Act6	1	
	Act7	1	
	Act8	1	
	Act9	1	
<b>Puntos de corte</b>	Act10	1	
	Act12	1	
	Act13	1	
	Act14	1	
	Act15	1	
	Act16	1	
	Act17	1	
	Act18	1	

Nota. Elaboración propia.

La tabla anterior muestra los indicadores de centralidad cuya interpretación se basa 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, involucrando su funcionamiento global. Los indicadores de centralidad de la red del SEI muestran que la red tiene escasos actores centrales, debido a que tiene una centralidad de intermediación de 0.87%, lo que significa que casi no existen en la red nodos que se interponen entre otros en su distancia geodésica, los pocos actores que hacen esto por orden de importancia son Act12, Act1, Act4, Act15, Act16, Act13, Act5, Act6, Act17, Act18 y el actor Act10, lo que los convierte en los nodos que tienen la más alta probabilidad de estar involucrados en los caminos de otros.

En lo referente a la cercanía ente los nodos, la red del SEI tiene un resultado de 2.6, lo que significa que entre cada nodo existen en promedio 2.6 nodos de distancia. Esto indica que los actores del SEI están muy lejanos entre sí, ya que este indicador representa la distancia de un nodo con el resto dentro de una red.

La centralidad de grado del SEI también es baja en comparación con el número de nodos que lo conforman, siendo las relaciones de salida las que más se presentan dentro del sistema con un 33.1% en comparación con un 2.8% de relaciones de entrada, lo que significa que en el sistema un mayor número de actores busca vincularse con otros, mientras que son muy pocos los actores con los que buscan vincularse. Esto hace referencia a que existen muchas fallas de redes en el SEI, sin embargo, también representa una oportunidad para la generación de políticas públicas con los actores más buscados para impulsar el establecimiento de mayores relaciones dentro del sistema.

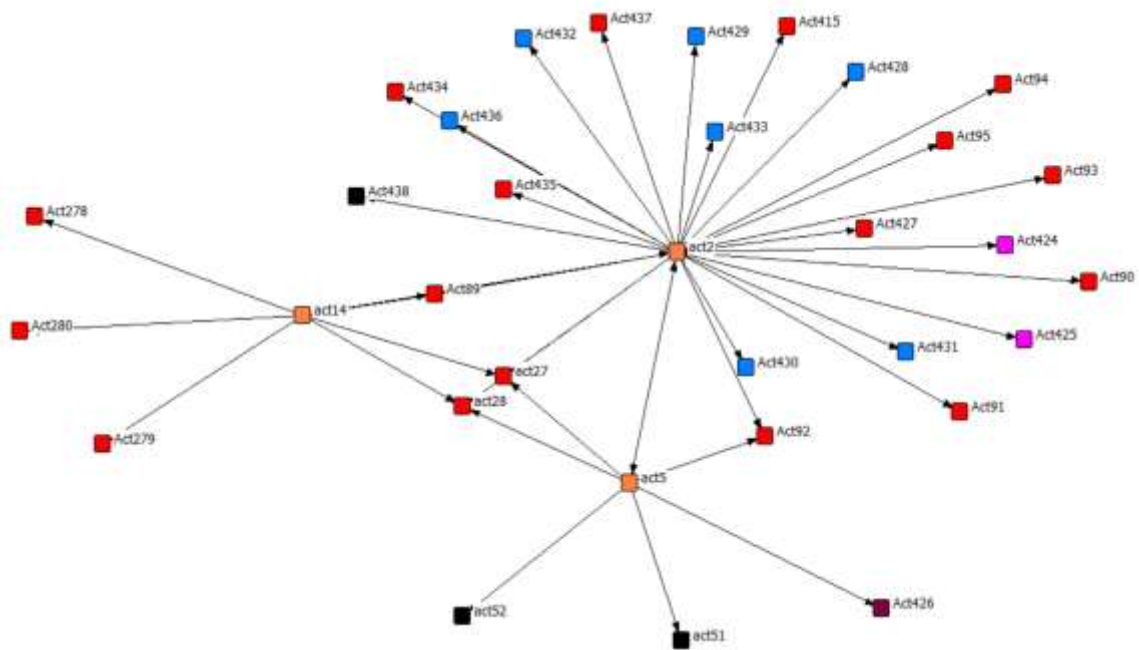
Asimismo, en el indicador de Poder Bonacich da cuenta de que en el SEI los actores tienen muy poco poder sobre los demás para el establecimiento de vinculaciones, lo cual también es un reflejo de las fallas de redes que existen en el sistema. Por último, el indicador de puntos de corte con un resultado de 16 actores, refleja que es muy poca la cantidad de actores que actúan como intermediarios entre grupos desconectados, por lo que muy pocos actores dentro del SEI tienen la capacidad para articular la generación de vínculos dentro del sistema.



### 5.1.7 Análisis del SEI por grafos regionales

En este apartado se presentan los resultados del análisis del SEI por regiones a las que pertenecen las IESp que articulan el SEI, los resultados se presentan a continuación:

**Figura 32.** Grafo 19. Región 1 del Sistema Estatal de Innovación articulado por 19 IESp (color anaranjado) por comunidades, rosa: IES, negro: empresas, rojo: gobierno, guinda: gobierno, azul: sociedad y verde: otros

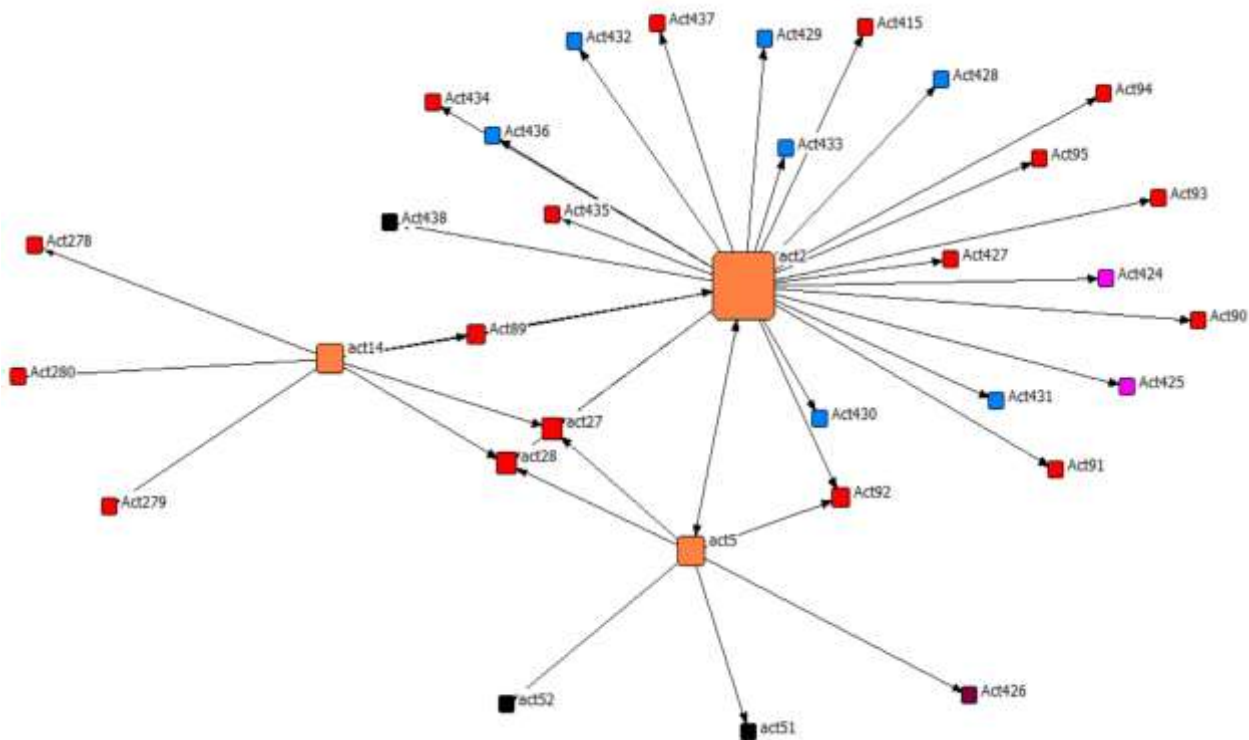


Nota: Elaboración propia.

En el grafo anterior se puede apreciar la región 1 del SEI articulado por 19 IESp con actores por comunidades. Las IESP de la región se representan con el color anaranjado, esta región se encuentra articulada por tres IESP, de las cuales la mayoría se vincula con el gobierno, y en menor medida con actores de la sociedad civil y empresas, por lo que no todas se vinculan en el mismo grado con las comunidades del Sistema Estatal de Innovación.

Este grafo da cuenta de la importancia de diseñar una política pública que permita por una parte fortalecer la cohesión de la red y por otra que permita orientar la misma hacia proyectos de desarrollo industrial y social tomando como fundamento la vinculación del nodo 27, 28, con el 426 mismos que definen en muchos sentidos el éxito de una política pública eficiente y orientada al desarrollo integral de la región.

**Figura 33.** Grafo 20. Región 1 del Sistema Estatal de Innovación articulado por 19 IESp (color anaranjado) por comunidades, rosa: IES, negro: empresas, rojo: gobierno, azul: sociedad y verde: otros, con centralidad de grado



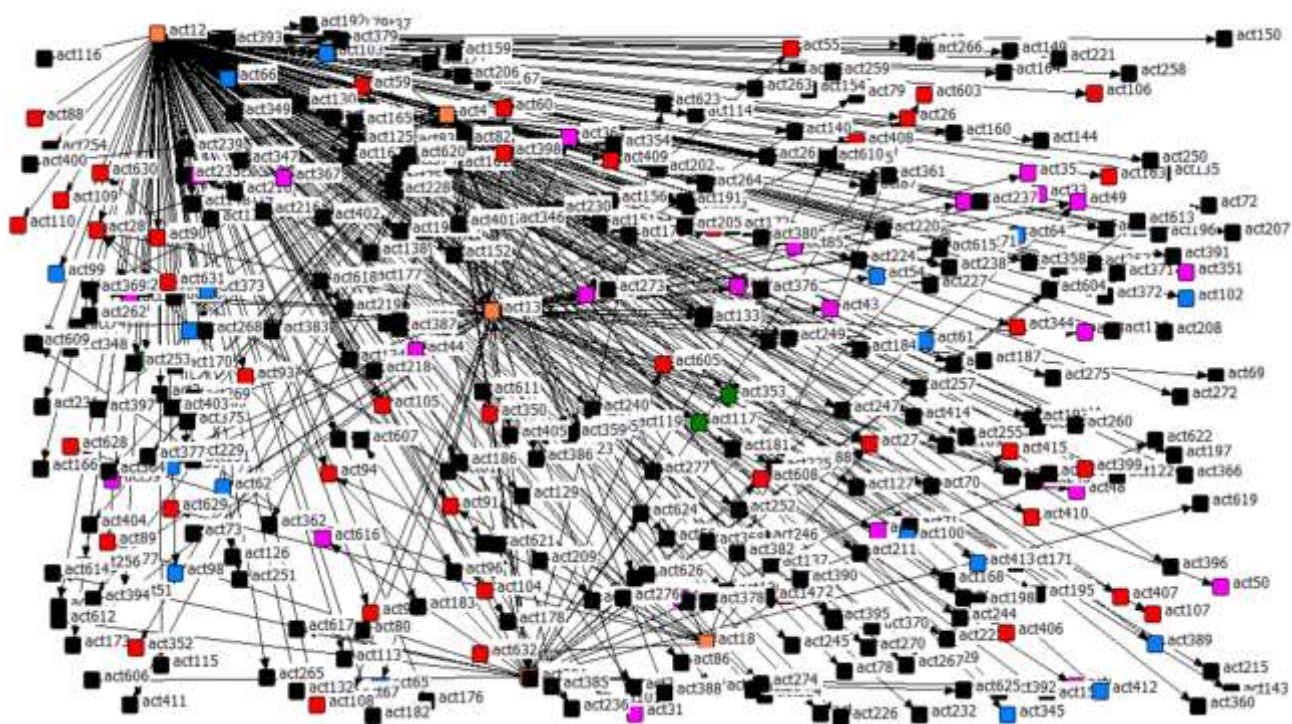
Nota: Elaboración propia.

Como se muestra en el presente grafo, las IESp de la región 1 son principalmente el actor 2, seguido por el actor 14 y 5, siendo el actor 2 el más relevante de la región por su nivel de vinculaciones con actores del sector gubernamental, la sociedad civil, instituciones de educación y una empresa, mientras que las demás IESp se vinculan en menor medida y únicamente con actores de empresas y gobierno.

De manera cualitativa se aprecia en este grafo, gran centralidad del actor 2, lo que destaca en las relaciones el sector gubernamental en dos órdenes de gobierno, la sociedad civil organizada pero muy limitada en el sector empresarial.

De igual manera poca participación de universidades de relevancia trascendental, así como centros de investigación que permitan acelerar los procesos en la generación de conocimiento útil y a bajo costo para el desarrollo local.

**Figura 34.** Grafo 21. Región 2 del Sistema Estatal de Innovación articulado por 19 IESp (color anaranjado) por comunidades, rosa: IES, negro: empresas, rojo: gobierno, azul: sociedad y verde: otros

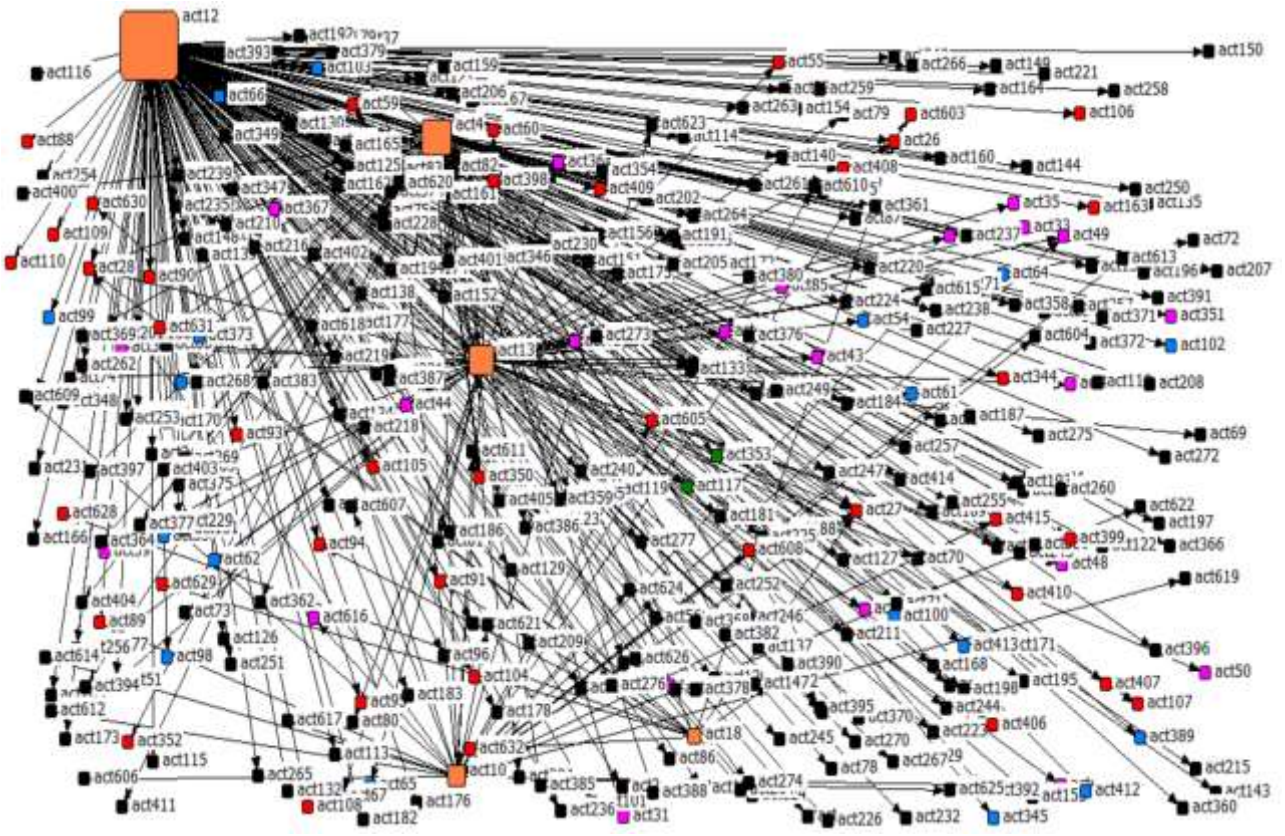


Nota: Elaboración propia.

En este grafo se muestra la región 2 del SEI articulado por 19 IESp con actores por comunidades. Las IESp de la región se encuentran en color anaranjado, esta región se encuentra articulada por cinco IESp, que son los actores 4, 10, 12, 13 y 18, las cuales se vinculan principalmente con empresas y en menor medida con el gobierno, otras instituciones de educación y la sociedad civil. El sector gubernamental tiene una fuerte presencia tanto a nivel estatal como municipal, sin embargo, no está presente en este sistema regional el nodo 426 como parte estratégica prioritaria en la articulación hacia el fortalecimiento de sistema regional de innovación.



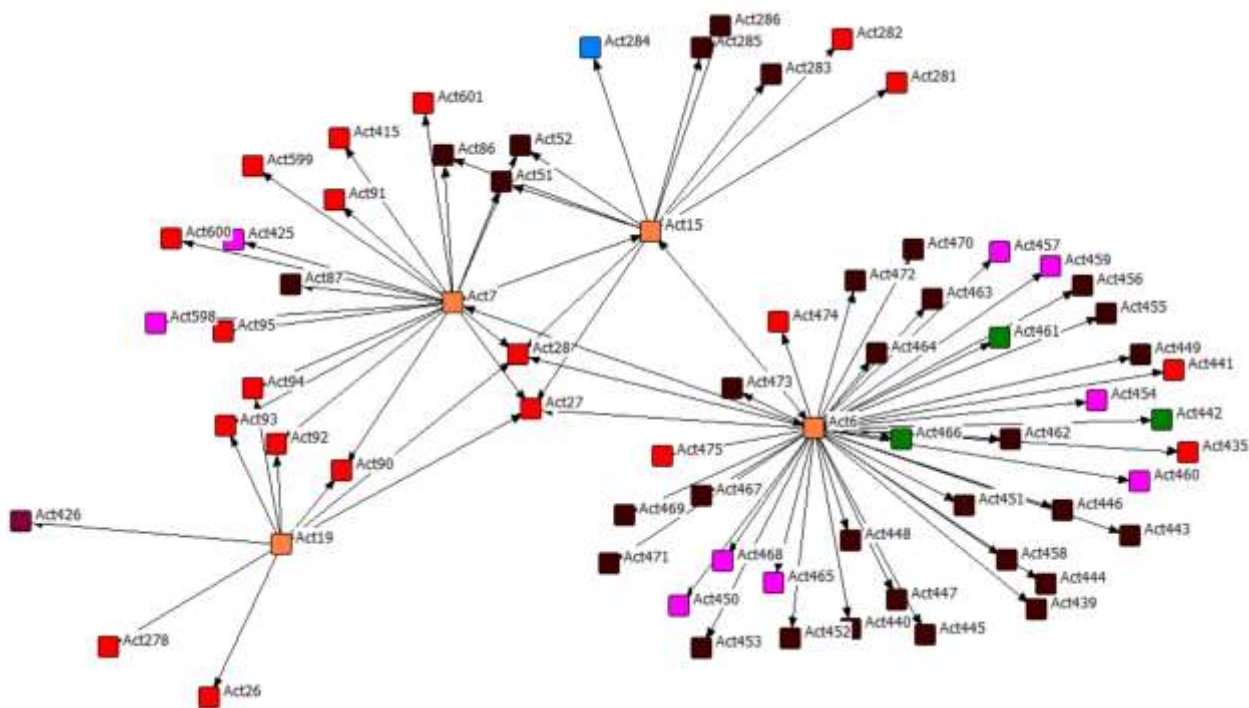
**Figura 35.** Grafo 22. Región 2 del Sistema Estatal de Innovación articulado por 19 IESp (color anaranjado) por comunidades, rosa: IES, negro: empresas, rojo: gobierno, azul: sociedad y verde: otros, con centralidad de grado



Nota: Elaboración propia.

En el grafo anterior se puede apreciar que en la región 2 las IESp que la conforman se vinculan en alta proporción con los demás actores del SEI, de los cuales, el actor 2 es quien se vincula en mayor medida, seguido por los actores 4 y 13. Asimismo, se aprecia una centralidad muy fuerte hacia el sector empresarial, y de menor manera con el sector gubernamental y aun menos con el sector social, esto puede llegar a ser por las funciones propias de los nodos de esta región y en función de esto generar especialización, como se hace en la UE, en este contexto se aprecia nuevamente a los actores 27 y 28 formar parte importante del sistema regional de innovación, existiendo también actores muy centrales, que aportan en este caso a la articulación academia-empresa.

**Figura 36.** Grafo 23. Región 3 del Sistema Estatal de Innovación articulado por 19 IESp (color anaranjado) por comunidades, rosa: IES, negro: empresas, rojo: gobierno, guinda: gobierno, azul: sociedad y verde: otros



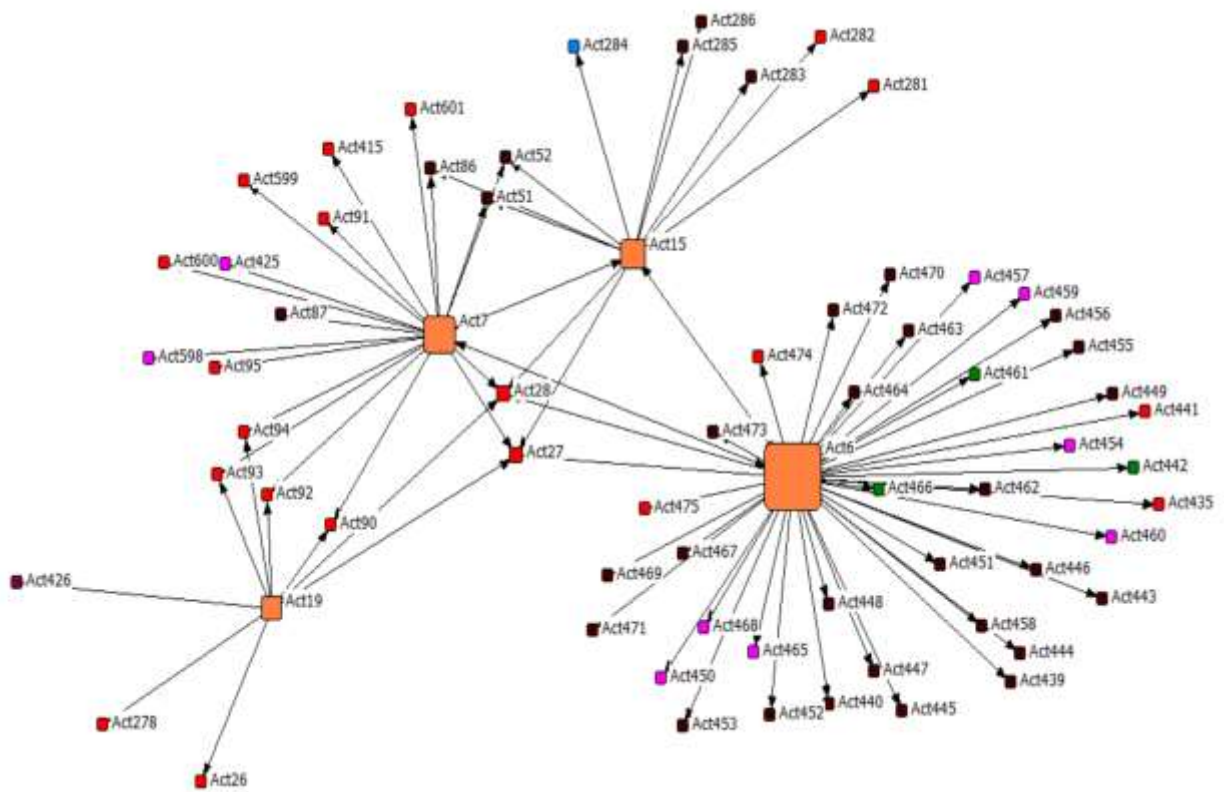
Nota: Elaboración propia.

En el presente grafo se muestra la región 3 del SEI articulado por 19 IESp con actores por comunidades. Las IESp de la región se encuentran en color anaranjado, esta región se encuentra articulada por cuatro IESp, que son los actores 6, 7, 15 y 19, los cuales se vinculan en su mayoría con empresas y gobierno, lo cual, varía con respecto a cada actor. Por su parte el actor 6 se vincula en su mayoría con empresas, y en menor medida con instituciones de educación y el gobierno, mientras que los actores 7 y 15 se vinculan también con empresas y gobierno; el actor 15 es el único que se vincula con un actor de la sociedad civil, y el actor 19 solamente se vincula con actores del gobierno, entre los que destaca el actor 426 por su capacidad de financiamiento.

En cuanto al sector gubernamental, los actores 19 y 7 presentan fuerte vinculación con dicho sector, siendo el actor 15 el que presenta una relación mínima con las diferentes comunidades del sistema regional de innovación. Por otra parte, uno de los actores fundamentales en el sistema estatal y regional como lo es el actor 426 prácticamente solo

tiene un vínculo con un actor y ninguna IESp se vincula con los actores 27 y 28 que son los otros actores clave en el diseño colaborativo de la política pública de ciencia, tecnología e innovación.

**Figura 37.** Grafo 24. Región 3 del Sistema Estatal de Innovación articulado por 19 IESp (color anaranjado) por comunidades, rosa: IES, negro: empresas, rojo: gobierno, guinda: gobierno, azul: sociedad y verde: otros, con centralidad de grado



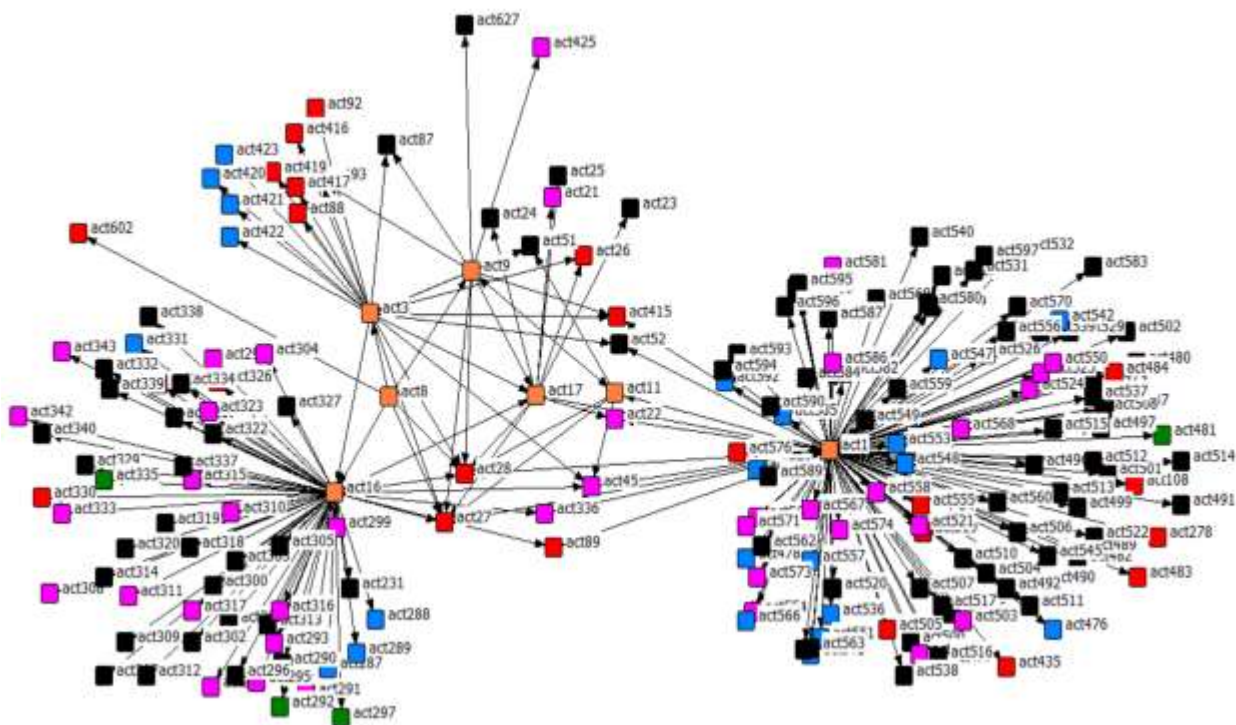
Nota: Elaboración propia.

Como se muestra en el presente grafo, de las 19 IESp en que se basa el presente estudio, no todas se vinculan en el mismo grado con las comunidades del Sistema Estatal de Innovación, en este caso, el actor más importante es el actor 6, quien se vincula en mayor medida con el sector empresarial, seguido por el actor 7 que se vincula en su mayoría con el gobierno, mientras que los actores 15 y el 19 son menos centrales en la región porque se vinculan en un mucho menor grado que los demás actores de la región con las comunidades del SEI.



En este grafo el actor 6 presenta alto grado de centralidad, por lo que si lo quitamos, el sistema regional pierde aproximadamente 50% de los actores de esta, lo que disminuye la centralidad y por consecuencia aumenta la cohesión.

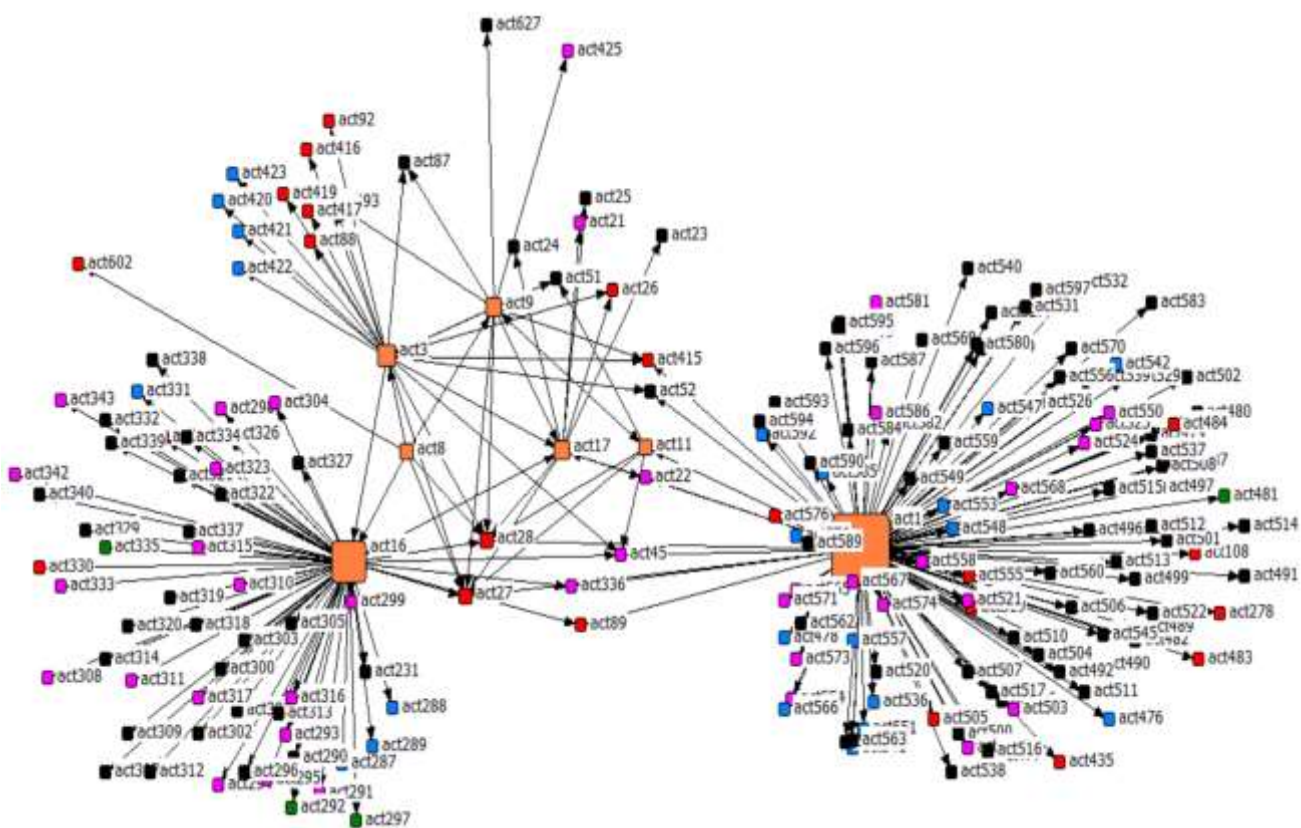
**Figura 38.** Grafo 25. Región 4 del Sistema Estatal de Innovación articulado por 19 IESp (color anaranjado) por comunidades, rosa: IES, negro: empresas, rojo: gobierno, azul: sociedad y verde: otros



Nota: Elaboración propia.

En este grafo se aprecia la región 4 del SEI articulado por 19 IESp con actores por comunidades. Las IESp de la región se encuentran en color anaranjado, esta región se encuentra articulada por siete IESp, que son los actores 1, 3, 8, 9, 11, 16 y 17, lo que la hace la región en la que se ubica la mayor parte de las IESp de este análisis. La tendencia de vinculación de los actores de esta región es que las IESp que la conforman se vinculan en su mayoría con empresas, instituciones de educación y la sociedad civil y en menor medida con el gobierno. El actor 1 se vincula en su mayoría con empresas e instituciones de educación superior y el actor 16 sigue esta misma tendencia, mientras que los demás actores se vinculan en una menor medida y con actores diversos, por ejemplo, en el caso del 3, este se vincula únicamente con el gobierno y la sociedad civil.

**Figura 39.** Grafo 26. Región 4 del Sistema Estatal de Innovación articulado por 19 IESp (color anaranjado) por comunidades, rosa: IES, negro: empresas, rojo: gobierno, azul: sociedad y verde: otros, con centralidad de grado



Nota: Elaboración propia.

En el presente grafo los actores 1 y 16 presentan una alta centralización, aquí destaca el actor 1, porque mantiene un equilibrio marcado en cuanto a vínculos con las diferentes comunidades del sistema regional, no así el actor 16, que interactúa poco con la sociedad civil organizada. Asimismo, ambos actores se vinculan en mayor medida con otras instituciones de educación y empresas y en mucho menor medida con el gobierno. Los restantes actores generadores del sistema realmente presentan poca vinculación con las demás comunidades del ecosistema regional, por lo que la política pública de innovación en un primer momento debe estar orientada a fortalecer la cohesión del sistema regional en su conjunto, de igual manera se aprecia la participación de los actores 27 y 28 y la ausencia del actor 426.

### 5.1.8 Análisis de indicadores de redes regionales

En este apartado se muestra el análisis de las regiones del SEI articulado por 19 IESp, a través de sus indicadores para cada red.

**Tabla 21.**

*Indicadores de cohesión de las redes regionales*

<b>Indicador</b>	<b>Región 1</b>	<b>Región 2</b>	<b>Región 3</b>	<b>Región 4</b>
<b>Indicadores de Cohesión global de la red</b>				
Número de nodos	33	358	69	220
Vínculos	39	383	84	253
Diámetro	3	4	2	6
Grado medio	1.152	1.070	1.217	1.150
Densidad	3.6%	3%	18%	5%
Porcentaje de nodos aislados (componentes)	32	355	67	215
Distancia geodésica media	1.586	2.089	1.582	2.678

Nota. Elaboración propia.

En cuanto a los indicadores de cohesión de las redes regionales del SEI, de acuerdo con el número de nodos de las cuatro regiones analizadas, la más grande es la región 2, seguida de la región 4 y las más pequeñas son las regiones 3 y 1, con 69 y 33 nodos cada una. En cuanto al número de vínculos, la más grande es la región 2 y la más pequeña es la región 1 con 383 y 39 vínculos, respectivamente. Sin embargo, la región 4 es la que tiene la distancia más larga entre cada nodo con 6 nodos entre cada nodo, seguida por la región 2 con una distancia de 4 nodos y por la región 1, con una distancia de 3 nodos, la cual, es muy alta para ser una red de pocos actores, siendo la región 3 la que tiene una menor distancia entre cada nodo con un diámetro de 2. Asimismo, la región 2 es la red que tiene el mayor número de nodos aislados con 355, seguida de la región 4 con 215 nodos, por su parte las regiones 3 y 1 tienen 67 y 32 nodos aislados cada una. En este sentido la región en la que las IESp se esfuerzan más para colaborar entre ellas es la región 3 seguida por la región 1, sin embargo,

dicho esfuerzo es muy similar u muy pequeño en todos los casos, mientras que de acuerdo con su densidad la región 3 es la que tiene mayor cohesión, y la región 2 es la menos cohesionada. Por último, en cuanto a su distancia geodésica, la región que tiene una mayor distancia máxima entre dos nodos en toda la red es la región 4 con 2.6, y la región que tiene una menor distancia máxima entre dos nodos es la región 3, lo que significa que los actores de todas las regiones del SEI están muy dispersos y casi no se vinculan.

**Tabla 22.**

*Indicadores de centralidad de las redes regionales*

<b>Indicador</b>	<b>Región 1</b>	<b>Región 2</b>	<b>Región 3</b>	<b>Región 4</b>
<b>Indicadores de Centralidad</b>				
<b>Índice de centralidad de intermediación</b>	4.62%	0.61%	1.65%	1.68%
<b>Centralidad de grado</b>	Centralidad de salida: 76.758%	Centralidad de salida: 56.441%	Centralidad de salida: 60.856%	Centralidad de salida: 61.398%
	Centralidad de entrada: 5.859%	Centralidad de entrada: 1.104%	Centralidad de entrada: 4.152%	Centralidad de entrada: 2.683%
<b>Poder Bonacich</b>	Beta: 0,999	Beta 0,434	Beta: 0,4995	Beta: 0,5794

Nota. Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla anterior, los indicadores de centralidad de las redes regionales muestran que la región 1 tiene la mayor centralidad de entrada con 5.8% y esta misma región tiene el mayor grado de centralidad de salida con 76.7%, la segunda región con una mayor centralidad de entrada es la región 3 con 4.1%, mientras que la región con una mayor centralidad de salida es la región 4, lo que significa que las IESp de mayor influencia en Hidalgo en el SEI, se ubican en las regiones 1, 3 y 4. 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 4.62%, mientras que la que tiene el índice más bajo es la región 2 con 0.61%, 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 en el SEI regional. Asimismo, las regiones en las que

los nodos tienen más poder sobre los demás para el establecimiento de convenios dentro del SEI son las regiones 1 y 4.

## Resultados

En términos globales, el sistema estatal de innovación formado por 19 instituciones de educación superior del estado de Hidalgo (IESp) cuenta con 632 actores de la comunidad académica en sus contextos estatal, nacional e internacional, empresarial, gubernamental, en sus tres órdenes de gobierno y organizaciones de la sociedad civil. Resulta importante comentar que el instrumento aplicado permitió ubicar como se tenía planeado el ecosistema estatal, nacional e internacional, lo que permite establecer los actores principales y su aportación al desarrollo tanto exógeno como endógeno en el diseño de las políticas públicas de ciencia, tecnología e innovación de manera colaborativa entendiendo el rol de cada actor el cual es definido como vinculatorio, generador de conocimiento, especialización, difusión entre otros. Asimismo, permitió analizar el grado de cohesión de la red en su conjunto es decir del ecosistema total, así como el grado de centralidad de cada actor.

## Indicador relacional (pregunta de investigación)

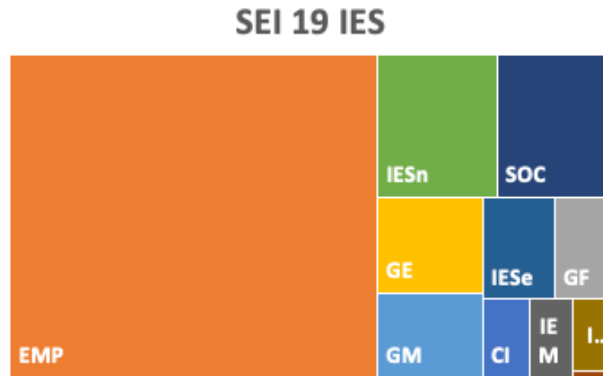
**Tabla 23.** *Sistema estatal de innovación por comunidad*

Comunidad	Nº de Instituciones	%
CI	12	1.90
EMP	386	61.08
GF	19	3.01
GE	33	5.22
GM	29	4.59
IESn	55	8.70
SOC	53	8.39
IEBk	1	0.16
IEM	11	1.74
IESi	9	1.42
IESp	24	3.80
	632	100.00

Nota. Elaboración propia



**Figura 40.** Sistema Estatal de Innovación por comunidad



Nota: Elaboración propia

Como se puede apreciar, tanto en la tabla como en la figura se han tenido acciones prioritarias de acercamiento con el sector empresarial por las actividades propias de las universidades de orientar a sus estudiantes y egresados hacia estadías, estancias, residencias, prácticas profesionales y servicio social principalmente, con el objetivo final de incursionarlos a la incorporación al mercado laboral. Sin embargo, queda mucho por hacer en el tema de acciones propias de la investigación y el desarrollo experimental, el desarrollo tecnológico y la innovación.

En el contexto nacional del ecosistema se percibe como se muestra a continuación:

**Figura 41.** Mapa de IESp a nivel nacional



Nota: Elaboración propia.

En el ámbito internacional, las IESp tienen presencia mayoritariamente en América del Norte, pues el vínculo de conexión es mucho más estrecho. Mientras que en el sur, Colombia y en un menor grado de aparición en Argentina. Finalmente en el continente asiático, aparece en China.

**Figura 42.** Mapa de IESp a nivel internacional



Nota: Elaboración propia.

En el contexto municipal, sobre todo en articulación de las IESp con los gobiernos municipales, la clave fundamental para articular estrategias locales, mediante la creación de las comisiones de CTI en los cabildos ya que a la fecha son mínimos los ayuntamientos que se han involucrado en estos temas. Aun así, se tiene vínculos con 25 municipios de 84 totales que hay en la entidad es decir con un 29.76%.

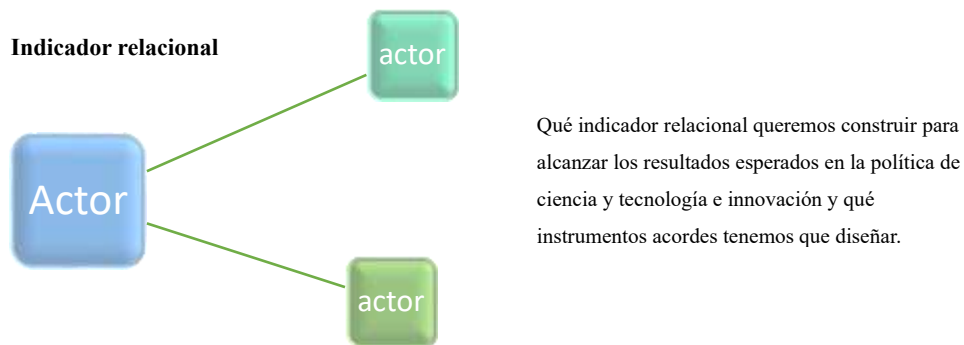
**Figura 43.** Mapa de IESp nivel municipal



Nota: Elaboración propia.

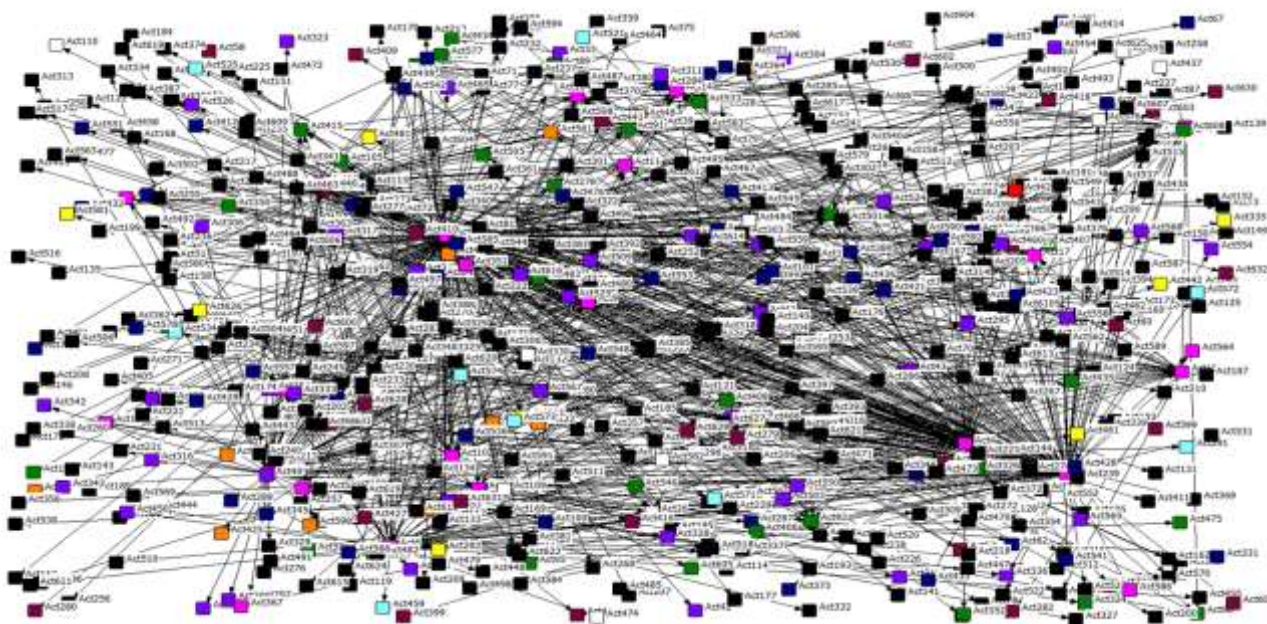
De manera específica, el sistema estatal de innovación presenta los siguientes resultados:

*Figura 44. Esquema de un grafo simple*



Nota: Elaboración propia.

*Figura 45. Grafo 27. Representación global del ecosistema del Sistema Estatal de Innovación articulado*



## Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones

En el presente capítulo se mencionan las bases para elaborar un modelo de diseño de Política de Ciencia, Tecnología e Innovación.

La política, como instrumento para promover la complejidad del fenómeno de la innovación en el territorio, debe abordarse desde un punto de vista interdisciplinar, por su carácter transversal y como esencia de un sistema de innovación. Son sus actores quienes, con diferentes motivaciones, enfrentan retos y decisiones, con el fin de propiciar un ambiente innovador que favorezca el desarrollo de las CTI. Por este motivo es mejor que se aborde como fenómeno social (Solís et al., 2017).

Diversos estudios, tanto de evaluación como de impacto de los instrumentos de los mecanismos, coinciden en indicar que las políticas implementadas en América Latina conducen a cambios frecuentes en el estado. Las capacidades institucionales requeridas para explorar, diseñar, implementar y evaluar políticas son esenciales para el desarrollo y éxito de estas políticas (Loray, 2017).

Aparentemente, los errores se manifiestan a lo largo de mucho tiempo para crear e implementar políticas, tanto por la debilidad en el diseño de instrumentos como por la insuficiencia de evaluación de impacto. Las políticas públicas requieren actualizaciones que tengan objetivos a diferentes niveles. La investigación científica y tecnológica requiere un desarrollo integral cubre las necesidades sociales y de sectores con alto impacto económico, apoyando aún más el desarrollo científico y tecnológico (Rodríguez y Morgan, 2021).

Las políticas públicas requieren actualizaciones que se cumplen con objetos en diferentes niveles. La investigación científica y tecnológica requiere un desarrollo integral que cubra las necesidades sociales y las de sectores económicos de alto impacto, apoyando aún más la ciencia y la tecnología (Rodríguez y Morgan, 2021).

En ese sentido, y de acuerdo con Solís et al. (2017), algunos elementos esenciales para una PCTI son los siguientes:

- Fomento de la creatividad y apropiación social de la ciencia
- Creación de instituciones y organismos facilitadores
- Infraestructura para la investigación y el desarrollo
- Generación de conocimiento nuevo y útil

- Formación vinculada y pertinente
- Inventiva y protección al patrimonio intelectual
- Desarrollo tecnológico e innovación
- Vinculación efectiva y transferencia de conocimientos
- Impulso a sectores económicos emergentes
- Financiamiento de la CTI
- Formación de redes multisectoriales
- Observatorios de CTI

Existen dos grandes enfoques en el diseño o elaboración de políticas públicas son: *Top down* y *Bottom up*. Ambos puntos de vista estructuran en gran medida el debate actual sobre cómo diseñar y comprender la política pública (Caminal, Miguel y Fernández, 1996).

El enfoque *Top down* describe la implementación como un proceso que va de arriba (nivel político) hacia abajo (nivel técnico) y se trata de un modelo lineal, sin considerar las inevitables limitaciones de los mismos programas y la compleja trama de relaciones, contradicciones y conflictos a que deber hacer frente la instancia implementadora. Por su parte, el enfoque *Bottom up* parte desde abajo, desde los impactos de la política sobre la realidad, para ascender en el análisis desde abajo hacia arriba, situando el énfasis en los actores, sus relaciones, objetivos, negociaciones y fuerza (Caminal, Miguel y Fernández, 1996).

En este sentido, el análisis de redes es una alternativa para el diseño colaborativo de políticas públicas de CTI, debido a que su aplicación permite detectar fallas 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 trabajo 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 existen 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, es fundamental la cocreación 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 y optomecatrónica.

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

Asimismo, los resultados de este proyecto dan cuenta de 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, así como el desarrollo, adopción y transferencia de tecnología, además del 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 involucradas, la sociedad, el sector empresarial y el gobierno.

## Referencias

- Aguilar, N., Martínez, E. y Aguilar, A. (2011). *Uso básico del software Ucinet para el análisis de redes sociales y cálculo de indicadores*. Proyecto transversal Trópico húmedo 2011. <https://www.researchgate.net/publication/318862263>
- Amable, B. (2000). "Institutional Complementarity and Diversity of Social Systems of Innovation and Production". *Review of International Political Economy*, 7:4, pp. 645-687.
- 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).
- Caminal, Miguel y Antoni Fernández. (1996). *Manual de ciencia política* [versión digital]. [http://www.terras.edu.ar/biblioteca/10/10ECP\\_Fernandez\\_Unidad\\_3.pdf](http://www.terras.edu.ar/biblioteca/10/10ECP_Fernandez_Unidad_3.pdf)
- Canto, P., Irurzun, I., y Larrea, M. (2017). *Guía para la innovación en las políticas públicas: maximizando el potencial de la investigación*. [https://doi.org/10.18543/dsib-1\(2016\)-pp147-169.pdf](https://doi.org/10.18543/dsib-1(2016)-pp147-169.pdf)
- Capdevielle, M. y Dutrénit, G. (2012), "Política de desarrollo productivo e innovación". *Agenda para el desarrollo: Política Industrial Manufacturera*.
- Carayannis, E. G., Goletsis, Y., y Grigoroudis, E. (2018). "Composite innovation metrics: MCDA and the Quadruple Innovation Helix framework". *Technological Forecasting and Social Change*, 131, pp. 4–17. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.03.008>
- Carayannis, E. G., Grigoroudis, E., Campbell, D. F., Meissner, D., y Stamati, D. (2018). "The ecosystem as helix: an exploratory theory-building study of regional co-opetitive entrepreneurial ecosystems as quadruple/quintuple helix innovation models". *Ryd Management*, 48(1), pp. 148-162.
- Carlsson B. y Jacobsson B. (1997). "Diversity creation and technological systems: a technology policy perspective". *Edquist*. pp: 266-294.
- Carlsson, B. et. al. (2002). "Innovation systems: analytical and methodological issues". *Research Policy*, 31- 5, pp. 233-245.
- Casas et al. (2014). "Estrategias y gobernanza del Sistema Nacional de Innovación Mexicano: Retos para un desarrollo incluyente". *Sistemas de Innovación para el Desarrollo Inclusivo, La experiencia latinoamericana*. FCCyT LALICS, México.

- Casas, R. (2016). “Retos Analíticos de las políticas de ciencia, tecnología e innovación para afrontar la pobreza en América Latina”. *Mirada Iberoamericana. Políticas de CTI*. CLACSO.
- Catalá, P., y Peñacoba, C. (2020). “Factores psicológicos asociados a la vulnerabilidad de lesiones. Estudio de caso en un equipo de fútbol semi-profesional”. *Revista de Psicología Aplicada al Deporte y al Ejercicio Físico*, 5(1).
- Catalá, P., y Peñacoba, C. (2020). “Factores psicológicos asociados a la vulnerabilidad de lesiones. Estudio de caso en un equipo de fútbol semi-profesional”. *Revista de Psicología Aplicada al Deporte y al Ejercicio Físico*, 5(1).
- Catalá-P., D., Rask, M., & de-Miguel-Molina, M. (2020). The Demola model as a public policy tool boosting collaboration in innovation: A comparative study between Finland and Spain. *Technology in Society*, 63(101358), 101358. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101358>
- Colina, C. L. (2005). “Bases socio-metodológicas para el Análisis de Redes Sociales, ARS. EMPIRIA”. *Revista de Metodología de las Ciencias Sociales*, 10, pp. 9-35.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (2015). *Agenda de Innovación de Hidalgo*. p.108. <http://www.agendasinnovacion.org/wp-content/uploads/2015/02/AgendaHidalgo.pdf>
- Corona Alcántar, J.M (2012), “Políticas de CTI: instrumentos y métodos. Nota Editorial”, *Ide@s CONCYTEG*, 7-80. pp. 167-168. ISSN: 2007-2716.
- Corona et al. (2013). “La coevolución de las políticas de CTI, el sistema de innovación y el entorno institucional en México”, en *Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo: la experiencia latinoamericana*. FCCyT LALICS. México.
- Crespi et al. (2014). *¿Cómo repensar el desarrollo productivo? Políticas e instituciones sólidas para la transformación económica*. <https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/%C2%BFC%C3%B3mo-repensar-el-desarrollo-productivo-Pol%C3%ADticas-e-instituciones-s%C3%B3lidas-para-la-transformaci%C3%B3n-econ%C3%B3mica.pdf>
- De la Federación el, C. P. en el D. O. (s/f). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. Gob.mx. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- De la Mothe, J. (2006). *Innovation strategies in interdependent states: Essays on smaller nations, regions, and cities in a globalized world*. Edward Elgar Publishing.



- Diercks, G., Larsen, H., y Steward, F. (2019). “Transformative innovation policy: Addressing variety in an emerging policy paradigm”. *Research Policy*. 48-4, pp. 880-894.
- Dutrénit et al. (2017) “Dimensiones y atributos relevantes de los procesos de diálogo entre comunidades para el diseño de políticas públicas de CTI”. *Procesos de dialogo para la formulación de políticas de CTI en América Latina y España*. Dutrénit y Natera editores. CLACSO, CYTED y LALICS.
- Dutrénit, G. (1986). *La construcción de políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación*.
- Dutrénit, G. (2019). “La construcción de políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación”, en *Ciencia*. 70-2.
- Dutrénit, G. et al. (2010). *El sistema de innovación mexicano, instituciones, políticas, desempeño y desafíos*. 3. UAM-TEXTUAL. México.
- Dutrénit, G., Santiago, F., y Vera-Cruz, A. (2006). “Influencia de la Política de Ciencia, tecnología e Innovación, sobre los Incentivos y Comportamiento de los Agentes: Lecciones del Caso Mexicano”. *Economía, Teoría y Práctica*. 24. pp. 93-118.
- Edquist C. y B. Johnson (1997) “Institutions and Organizations in Systems of Innovation”, *Systems of Innovation: Thecnology, Institutions and Organizations*. Londresy Washington, Printer Pub, pp. 41-63.
- Edquist, C., y Lundvall, B. A. (1993). “Comparing the Danish and Swedish systems of innovation”. *National innovation systems: A comparative analysis*, pp. 265-298.
- 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), pp. 313-330.
- Global Innovation Index. (2019). *Global Innovation Index 2019*. <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2016-report#>
- Godin, B. (2009), “National Innovation System. The System Approach in Historical Perspective”, *Science, Technology and Human Values*, 34-4. pp. 476-501.
- Hanneman, R. (2001) *Introducción a los métodos del análisis de redes sociales. Capítulo quinto: propiedades básicas de actores y redes*. 6. Departamento de Sociología de la Universidad de California Riverside. <http://revista-redes.rediris.es/webredes/textos/cap6.pdf>.

- Howells, J. (2006) “Intermediation and the role of intermediaries in innovation”. *Research Policy*. 35. pp. 715-728.
- Institute for Management Development: IMD. (2019). *IMD World Talent Ranking 2019*. pp. 21–23. <https://www.imd.org/research-knowledge/competitiveness/reports/imd-world-talent-ranking-2019/>
- Johnson, B., y LUNDVALL, B. (1992). Closing the institutional gap? *Revue d'économie industrielle*, 59(1), pp. 111-123.
- Leckel, A., Veilleux, S., y 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.
- Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Hidalgo*. (2023). Congreso del Estado de Hidalgo. [http://www.congreso-hidalgo.gob.mx/biblioteca\\_legislativa/leyes\\_cintillo/Ley%20de%20Ciencia,%20Tecnologia%20e%20Innovacion.pdf](http://www.congreso-hidalgo.gob.mx/biblioteca_legislativa/leyes_cintillo/Ley%20de%20Ciencia,%20Tecnologia%20e%20Innovacion.pdf)
- Loray, R. (2017). “Políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación”. *Revista de Estudios Sociales*, 62, pp. 68-80. <https://journals.openedition.org/revestudsoc/1018>
- Lundvall B.A. (2007) “National Innovation Systems. Analytical Concept and Development Tool”. *Industry and Innovation*, 14 (1), pp. 95-119. <https://doi.org/10.1080/13662710601130863>
- Lundvall, B. A., y Johnson, B. (1994). “Sistemas nacionales de innovación y aprendizaje institucional”. *Comercio exterior*, 44 (8), pp. 695-704.
- Malerba, F. (Ed.). (2009). *Sectoral systems of innovation: Concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe*. Cambridge University Press.
- Malerba, F. (1992). “Learning by firms and incremental technical change”. *Economic journal (London, England)*, 102(413), 845. <https://doi.org/10.2307/2234581>
- Mesa, A. (2019). Los sistemas de pensiones en la encrucijada: desafíos para la sostenibilidad en América Latina. CEPAL.
- Molina, J. L. (2001). *El análisis de redes sociales*. Barcelona. Bellaterra.
- Mowery, D. C., y Nelson, R. R. (Eds.). (1999). Sources of industrial leadership: Studies of seven industries. Cambridge University Press. Capítulos 1 y 4.
- Mowery, D., y Rosenberg, N. (1993), “The U.S. National Innovation System”. *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, Oxford University Press. pp. 29-75.

- Nelson, Richard (Ed.).
- Navarro, M. (2009), “Los sistemas regionales de innovación: una revisión crítica”, *Ekonomiaz*, 70 (1), Bilbao, Gobierno Vasco, pp. 25-59.
- Paniagua, J. (2012). *Curso de análisis de redes sociales, metodología y estudios de caso*. Universidad de Granada, España.
- Parsons, W. (2007). *Políticas públicas Una introducción a la teoría y la práctica del análisis de políticas públicas*. México. FLACSO. [Trabajo original publicado en 1995].
- Pfotenhauer, S. M., Juhl, J., y Aarden, E. (2019). “Challenging the ‘deficit model’ of innovation: Framing policy issues under the innovation imperative”. *Research Policy*. 48(4), pp.895-904.
- Rodríguez, F. y Morgan, J. (2021), “Análisis de la situación actual de las políticas públicas en Ciencia, Tecnología e Innovación mexicanas”, *Rev. gest. pers. tecnol.* 14 (40). Santiago abr. 2021. [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-56932021000100078yscript=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-56932021000100078yscript=sci_arttext)
- Sabatier, P. (2010). *Teorías del proceso de las políticas públicas*. Buenos Aires: Presidencia de la Nación Argentina.
- Schot, J. y, Steinmueller, W.E. (2018); “Three frames for innovation policy: RyD, systems of innovation and transformative change”. *Research Policy*. 47, pp. 1554-1567
- Schwab, K. (2019). *Insight Report - World Economic Forum*. [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf)
- Soete, L. (2018). “Destructive creation: explaining the productivity paradox in the digital age”. *Neufeind. Work in the Digital Age: Challenges of the Fourth Industrial Revolution*. pp. 29-46. Rowman and Littlefield. M., J. O’Reilly and F. Ranft (Eds.).
- Soete, L. (2019). Science, technology and innovation studies at a crossroad: SPRU as case study. *Research Policy*. 48(4), pp. 849-857.
- Solís Navarrete, J. A., Bucio Mendoza, S., Solís Navarrete, J. A., y Bucio Mendoza, S. (2017). “Diseño de una política de ciencia, tecnología e innovación a partir de métodos cualitativos”. *Intersticios sociales*. 14, pp. 151-179. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S200749642017000200151&lng=es&synrm=1&isoytln=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S200749642017000200151&lng=es&synrm=1&isoytln=es)
- Stephen, B. (2006). “Identifying sets of key players in a social network”. *Comput Math*

- Organization Theory*, 12, pp. 21-34.
- Stojčić, N., Srhoj, S., y Coad, A. (2020). “Innovation procurement as capability-building: Evaluating innovation policies in eight Central and Eastern European countries”. *European Economic Review*, 121, 103330.
- Su, Y. S., y Wu, F. S. (2015). “Regional systems of biotechnology innovation - The case of Taiwan”. *Technological Forecasting and Social Change*, 100, pp. 96–106. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.10.002>
- Tabarquino Muñoz, R. A. (2019). “Los principios rectores de política pública de acceso y equidad como dimensiones de red de política pública de las TIC en Colombia 2009-2018”. *Estudios Políticos*, (55), pp. 112-139.
- Trujillo, H. M., Mañas, F. M., y González-Cabrera, J. (2010). “Evaluación de la potencia explicativa de los grafos de redes sociales clandestinas con Ucinet y NetDraw”. *Universitas Psychologica*, 9(1), pp. 67-78.
- UNCTAD (2017), “Formulación y Evaluación de Políticas de CTI”. *Curso de formación sobre políticas de CTI* [https://unctad.org/system/files/official-document/dtlstict2017d14\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/dtlstict2017d14_en.pdf)
- Uyarra, E. y Zabala-Iturriagoitia, J. M. y Flanagan, K. y M., Edurne, (2020). “Public procurement, innovation and industrial policy: Rationales, roles, capabilities and implementation”. *Research Policy*, Elsevier, 49(1).
- Van Aswegen, M., y Retief, F. P. (2020). “The role of innovation and knowledge networks as a policy mechanism towards more resilient peripheral regions”. *Land Use Policy*, 90, 104259.
- Villavicencio D., (2011), “Retos para el diseño de políticas en México en el marco de la innovación abierta”. *Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo Económico*. COLSON-COECYT. México, pp. 73-102.
- Vivas, J. R. (2001). “Análisis de redes sociales y procesos de influencia en la toma de decisión grupal”. *Interdisciplinaria*, 18(1), pp. 87-113.
- Wang, P., y Fan, L. (2019). “China's organization and governance of innovation—A policy foresight perspective”. *Technological Forecasting and Social Change*, 146, pp. 304-319.
- Wanzenböck, I., y Frenken, K. (2020). “The subsidiarity principle in innovation policy for

societal challenges”. *Global Transitions*. 2. pp. 51-59.

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

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

# **A N E X O S**

## **Anexo 1.**

**Cuestionario aplicado a universidades (específicamente al sistema estatal de innovación)**

**Fecha de aplicación:** diciembre de 2020

### **Siglas y abreviaturas**

**IDE.** - Investigación y desarrollo experimental.

**GIDE.** Gasto en investigación y desarrollo experimental (este indicador refleja el gasto ejercido en la generación de nuevo conocimiento).

Se divide en:

**Investigación Científica Básica.** Trabajo experimental o teórico realizado principalmente para adquirir nuevo conocimiento de los fenómenos y hechos observables, sin considerar algún uso o aplicación en particular.

**Investigación Científica Aplicada.** Investigación original realizada para adquirir nuevo conocimiento, dirigida principalmente hacia un objetivo específico y práctico.

**Desarrollo experimental.** Trabajo sistemático que utiliza el conocimiento obtenido en la investigación o la experiencia práctica y que produce conocimiento adicional, el cual está dirigido a la creación de nuevos productos o procesos, o a la mejora de los ya existentes (OECD, 2015, p. 45)

**IES.** Instituciones de Educación Superior.

**CPI.** Centros Públicos de Investigación.

**RedGlobalMx.** Organización internacional integrada por mexicanos altamente calificados en el exterior agrupados en capítulos en distintos países del mundo, con la disponibilidad de colaborar en diferentes áreas con la finalidad de fortalecer el desarrollo de México mediante la circularidad del conocimiento.

**CTI.** Ciencia, Tecnología e Innovación.

### **Instrumento para elaboración de redes (cuestionario)**

#### **Cuestionario dirigido a:**

Rectores, directores generales de instituciones de educación superior y centros públicos de investigación

1. ¿Con qué instituciones (UNIVERSIDADES-CPI-EMPRESAS-GOBIERNO “en sus diferentes niveles”-SOCIEDAD organizada) en el ámbito local tiene vínculos establecidos mediante convenios generales de colaboración?

### **UNIVERSIDADES**

#### **Universidades politécnicas**

Universidad Politécnica de Francisco I. Madero

Universidad Politécnica de Pachuca

Universidad Politécnica de Tulancingo

Universidad Politécnica de Huejutla

Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo

Universidad Politécnica de la Energía

#### **Universidades Tecnológicas**

Universidad Tecnológica de Tulancingo

Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji

Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense

Universidad Tecnológica de la Sierra Hidalguense



Universidad Tecnológica de Mineral de la Reforma

Universidad Tecnológica de la Zona Metropolitana del Valle de México

Universidad tecnológica del Valle del Mezquital

Universidad tecnológica Minera de Zimapán

### **Institutos tecnológicos**

Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo

Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo

Instituto Tecnológico Superior de Huichapan

### **Tecnológico Nacional de México**

Instituto Tecnológico de Pachuca

Instituto Tecnológico de Atitalaquia

Instituto Tecnológico de Huejutla

### **IES Autónomas**

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

### **Centros de Investigación (CONACYT-Otros)**

Centro de Investigación en Manufactura Avanzada CIATEQ

Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario CIDEA

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP

### **Instituto Politécnico Nacional**

Instituto Politécnico Nacional-Hidalgo

### **Diáspora Calificada en el exterior**

RedGlobal-Mx

### **EMPRESAS**

Consejo Coordinador Empresarial de Hidalgo

Cámara Nacional de la Industria de la Transformación Pachuca (CANACINTRA Pachuca)  
Cámara Nacional de la Industria de la Transformación Tizayuca (CANACINTRA Tizayuca)  
Asociaciones de industriales

## **GOBIERNO**

Instituciones del Gobierno Federal

CONACYT

Secretaría de Economía

Fundación Hidalgo Produce

Otras

## **Instituciones del Gobierno Estatal**

Ejecutivo

Legislativo (Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación)

Consejo de Ciencia Tecnología e Innovación (CITNOVA)

Unidad de Planeación y Prospectiva

Secretaría de Desarrollo Económico

Secretaría de Educación Pública

Secretaría de Salud

Secretaría de Desarrollo Agropecuario

Secretaría de Desarrollo Social

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Secretaría Ejecutiva de la Política Pública

## **Instituciones del Gobierno Municipal**

## **Organizaciones de la sociedad civil**

## **Otros**

2. ¿Con cuáles instituciones (UNIVERSIDADES-CPI-EMPRESAS-GOBIERNO-SOCIEDAD) tiene usted firmados convenios de colaboración específicos en torno a proyectos de investigación y desarrollo experimental?

### **UNIVERSIDADES**

#### **Universidades politécnicas**

Universidad Politécnica de Francisco I. Madero

Universidad Politécnica de Pachuca

Universidad Politécnica de Tulancingo

Universidad Politécnica de Huejutla

Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo

Universidad Politécnica de la Energía

#### **Universidades Tecnológicas**

Universidad Tecnológica de Tulancingo

Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji

Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense

Universidad Tecnológica de la Sierra Hidalguense

Universidad Tecnológica de Mineral de la Reforma

Universidad Tecnológica de la Zona Metropolitana del Valle de México

Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital

Universidad Tecnológica Minera de Zimapán

#### **Institutos tecnológicos**

Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo

Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo

Instituto Tecnológico Superior de Huichapan

#### **Tecnológico Nacional de México**

Instituto Tecnológico de Pachuca

Instituto Tecnológico de Atitalaquia

Instituto Tecnológico de Huejutla

### **IES Autónomas**

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

### **Centros de Investigación (CONACYT-Otros)**

Centro de Investigación en Manufactura Avanzada (CIATEQ)

Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (CIDEA)

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)

### **Instituto Politécnico Nacional**

Instituto Politécnico Nacional-Hidalgo

### **Diáspora Calificada en el exterior**

RedGlobal-Mx

### **EMPRESAS**

Consejo Coordinador Empresarial de Hidalgo

Cámara Nacional de la industria de la transformación Pachuca (CANACINTRA Pachuca)

Cámara Nacional de la industria de la transformación Tizayuca (CANACINTRA Tizayuca)

Asociaciones de industriales

### **GOBIERNO**

Instituciones del Gobierno Federal

CONACYT

Secretaría de Economía

Fundación Hidalgo Produce

Otras

### **Instituciones del Gobierno Estatal**

Ejecutivo

Legislativo (Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación)

Consejo de Ciencia Tecnología e Innovación (CITNOVA)

Unidad de Planeación y Prospectiva

Secretaria de Desarrollo Económico

Secretaria de Educación Pública

Secretaria de Salud

Secretaria de Desarrollo Agropecuario

Secretaria de Desarrollo Social

Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Secretaria Ejecutiva de la Política Pública

### **Instituciones del Gobierno Municipal**

### **Organizaciones de la sociedad civil**

### **Otros**

3. ¿A qué actividad destina más recursos de investigación y desarrollo experimental?

Investigación científica básica

Investigación científica aplicada

Desarrollo tecnológico

Innovación

4. ¿De qué instituciones obtienen la principal fuente de financiamiento a las actividades de investigación y desarrollo experimental?

### **Gobierno federal**

CONACYT

SE

Agricultura

SEP

FHP

**Gobierno estatal**

CITNOVA

CCTI

OTROS

**Gobierno municipal**

Ayuntamientos

Empresas

**Fondos Internacionales**

**Otros**

5. ¿Tiene vínculos y/o proyectos de investigación y desarrollo experimental con la RedGlobal-Mx?

Región Canadá

Región Américas

Región Europa

Región Asia

África

Oceanía

Otros

6. ¿Tiene publicaciones de artículos en revistas indexadas?

Revistas estatales

Revistas nacionales

Revistas internacionales

7. ¿Con que IES y/o CPI tiene publicaciones conjuntas (colaborativas)?

8. ¿Tiene solicitudes de patentes?

9. ¿Tiene patentes otorgadas?

10. ¿Tiene patentes comercializadas?

11. ¿Tiene solicitudes de patentes colaborativas?

12. ¿Tiene transferencia de tecnología generada en su IES?

13. ¿Tiene proyectos de IDE de impacto local (área de influencia)?

14. ¿En su opinión, en el diseño de la política de innovación, la actualización de la Ley de CTI e instrumentos de esta, quiénes deberían participar?

15. ¿Qué mecanismos de participación consideras los más apropiados para actualizar y/o modificar la política pública y la ley de CTI en el ámbito estatal?

Mesas estratégicas de análisis locales, regionales, estatal

Redacción de propuestas en torno a:

- áreas estratégicas
- vocaciones regionales
- recursos y capacidades institucionales
- foros
- propuestas vía electrónica

## Anexo 2.

### Evidencia estadística de UCINET

#### Degree Measures

		1	2	3	4
		Outdeg	Indeg	nOutdeg	nIndeg
		-----	-----	-----	-----
1	Act1	136.000	7.000	0.216	0.011
2	Act2	10.000	6.000	0.016	0.010
3	Act3	22.000	8.000	0.035	0.013
4	Act4	80.000	7.000	0.127	0.011
5	Act5	34.000	8.000	0.054	0.013
6	Act6	47.000	4.000	0.074	0.006
7	Act7	21.000	5.000	0.033	0.008
8	Act8	8.000	4.000	0.013	0.006
9	Act9	13.000	5.000	0.021	0.008
10	Act10	36.000	4.000	0.057	0.006
11	Act11	10.000	3.000	0.016	0.005
12	Act12	210.000	5.000	0.333	0.008
13	Act13	64.000	11.000	0.101	0.017
14	Act14	12.000	6.000	0.019	0.010
15	Act15	26.000	12.000	0.041	0.019
16	Act16	65.000	10.000	0.103	0.016
17	Act17	14.000	11.000	0.022	0.017



Whole network measures

		1
		basesb2
		-----
1	# of nodes	632
2	# of ties	838
3	Avg Degree	1.326
4	Indeg H-Index	8
5	K-core index	8
6	Deg Centralization	0.330
7	Out-Centralization	0.331
8	In-Centralization	0.028
9	Indeg Corr	0.102
10	Outdeg Corr	0.283
11	Density	0.002
12	Components	614
13	Component Ratio	0.971
14	Connectedness	0.036
15	Fragmentation	0.964
16	Closure	0.128
17	Avg Distance	2.704
18	Prop within 3	0.032
19	# w/in 3	12734
20	SD Distance	0.767
21	Diameter	5
22	Wiener Index	38999
23	Dependency Sum	24574
24	Breadth	0.985
25	Compactness	0.015
26	Small Worldness	
27	Mutuals	0.000
28	Asymmetrics	0.004
29	Nulls	0.996

Value of Beta was: 0,152632650606872  
 Cannot compute kcoreness on directed graph

Centrality Measures

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		OutDeg	Indeg	Out2local	In2local	OutBetaCent	InBetaCent	Out2Step	In2Step	OutARD
1	Act1	136.000	7.000	70.000	52.000	29412.725	8798.870	175.000	17.000	305.000
2	Act2	10.000	6.000	192.000	50.000	20303.477	8477.748	175.000	17.000	236.000
3	Act3	22.000	8.000	149.000	55.000	37520.078	8700.497	124.000	20.000	237.917
4	Act4	80.000	7.000	378.000	44.000	54535.371	6242.862	388.000	22.000	313.667
5	Act5	34.000	8.000	610.000	58.000	66023.523	9250.600	541.000	21.000	313.750
6	Act6	47.000	4.000	291.000	32.000	54942.070	4833.374	269.000	15.000	276.583
7	Act7	21.000	5.000	180.000	35.000	44259.422	4589.791	151.000	19.000	241.917
8	Act8	8.000	4.000	160.000	26.000	40270.180	4261.656	122.000	13.000	232.583
9	Act9	13.000	5.000	218.000	34.000	31641.094	4401.094	190.000	19.000	227.667
10	Act10	36.000	4.000	205.000	25.000	54779.328	3219.409	182.000	15.000	256.917
11	Act11	10.000	3.000	231.000	16.000	54756.770	2509.133	182.000	11.000	243.917

DENSITY / AVERAGE MATRIX VALUE

Input dataset: basesb2 (C:\Users\  
 Output dataset: basesb2-density ((

	1	2	3	4	5
	Density	No. of Ties	Std Dev	Avg Degree	Alpha
1 basesb2	0.002	838	0.046	1.326	0.571

1 rows, 5 columns, 1 levels.

## Network Fragmentation Prior to Removing Any Nodes

Fragmentation: 0.964

Distance-Weighted Fragmentation: 0.985

## Node-Level Fragmentation Measures

		1	2	3	4	5	6
		Frag	DwFrag	FragDif	DwFragD	PctFrag	PctDwFr
		-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	Act1	0.972	0.988	0.008	0.003	0.229	0.217
2	Act2	0.965	0.986	0.002	0.001	0.042	0.039
3	Act3	0.966	0.986	0.002	0.001	0.054	0.051
4	Act4	0.970	0.987	0.006	0.002	0.160	0.160
5	Act5	0.966	0.986	0.002	0.001	0.060	0.078
6	Act6	0.967	0.986	0.004	0.001	0.099	0.092
7	Act7	0.966	0.986	0.002	0.001	0.048	0.046
8	Act8	0.965	0.986	0.002	0.001	0.043	0.039
9	Act9	0.965	0.986	0.002	0.001	0.043	0.039
10	Act10	0.967	0.986	0.003	0.001	0.079	0.072
11	Act11	0.965	0.986	0.002	0.001	0.042	0.040

		1
		Region1
		comp
		-----
1	# of nodes	33
2	# of ties	38
3	Avg Degree	1.152
4	Indeg H-Index	2
5	K-core index	3
6	Deg Centralization	0.824
7	Out-Centralization	0.801
8	In-Centralization	0.060
9	Indeg Corr	0.163
10	Outdeg Corr	0.558
11	Density	0.036
12	Components	32
13	Component Ratio	0.969
14	Connectedness	0.082
15	Fragmentation	0.918
16	Closure	0.161
17	Avg Distance	1.586
18	Prop within 3	0.082
19	# w/in 3	87
20	SD Distance	0.537
21	Diameter	3
22	Wiener Index	138
23	Dependency Sum	51
24	Breadth	0.941
25	Compactness	0.059
26	Small Worldness	
27	Mutuals	0.002
28	Asymmetrics	0.068
29	Nulls	0.930
30	Arc Reciprocity	0.053
31	Dyad Reciprocity	0.027

-----  
 Matrix Sheet 1  
 -----

Component Sizes

		1	2
		Size	Prop
		-----	-----
1	1	32	0.970
2	2	1	0.030

2 rows, 2 columns, 1 levels.

Component ratio: : 0.0313  
 Heterogeneity: : 0.0588  
 Normalized heterogeneity: : 0.0606  
 Entropy: : 0.1358  
 Normalized entropy: : 0.0388

Frequencies

		1	2
		Freq	Prop
		-----	-----
1	1	38	0.036
2	2	47	0.045
3	3	2	0.002
4	NA	969	0.918

4 rows, 2 columns, 1 levels.

Average: :1.586  
 Std Dev: :0.537

		Region 2
		comp
		-----
1	# of nodes	358
2	# of ties	383
3	Avg Degree	1.070
4	Indeg H-Index	3
5	K-core index	4
6	Deg Centralization	0.563
7	Out-Centralization	0.564
8	In-Centralization	0.011
9	Indeg Corr	0.131
10	Outdeg Corr	0.431
11	Density	0.003
12	Components	355
13	Component Ratio	0.992
14	Connectedness	0.014
15	Fragmentation	0.986
16	Closure	0.049
17	Avg Distance	2.089
18	Prop within 3	0.014
19	# w/in 3	1736
20	SD Distance	0.738
21	Diameter	4
22	Wiener Index	3678
23	Dependency Sum	1917
24	Breadth	0.992
25	Compactness	0.008
26	Small Worldness	
27	Mutuals	0.000
28	Asymmetrics	0.006
29	Nulls	0.994
30	Arc Reciprocity	0.021
31	Dyad Reciprocity	0.011

		1	2
		Freq	Prop
		-----	-----
1	1	383	0.003
2	2	864	0.007
3	3	489	0.004
4	4	25	0.000
5	NA	126045	0.986

5 rows, 2 columns, 1 levels.

Average: :2.089

Std Dev: :0.738

		Region
		3 comp
		-----
1	# of nodes	69
2	# of ties	84
3	Avg Degree	1.217
4	Indeg H-Index	2
5	K-core index	3
6	Deg Centralization	0.601
7	Out-Centralization	0.609
8	In-Centralization	0.042
9	Indeg Corr	0.101
10	Outdeg Corr	0.444
11	Density	0.018
12	Components	67
13	Component Ratio	0.971
14	Connectedness	0.043
15	Fragmentation	0.957
16	Closure	0.167
17	Avg Distance	1.582
18	Prop within 3	0.043
19	# w/in 3	201
20	SD Distance	0.493
21	Diameter	2
22	Wiener Index	318
23	Dependency Sum	117
24	Breadth	0.970
25	Compactness	0.030
26	Small Worldness	
27	Mutuals	0.001
28	Asymmetrics	0.033
29	Nulls	0.965
30	Arc Reciprocity	0.071
31	Dyad Reciprocity	0.037



## Frequencies

		1	2
		Freq	Prop
		-----	-----
1	1	84	0.018
2	2	117	0.025
3	NA	4491	0.957

3 rows, 2 columns, 1 levels.

Average: :1.582

Std Dev: :0.493

		Region 4
		comp
		-----
1	# of nodes	220
2	# of ties	253
3	Avg Degree	1.150
4	Indeg H-Index	4
5	K-core index	5
6	Deg Centralization	0.612
7	Out-Centralization	0.614
8	In-Centralization	0.027
9	Indeg Corr	0.055
10	Outdeg Corr	0.456
11	Density	0.005
12	Components	215
13	Component Ratio	0.977
14	Connectedness	0.032
15	Fragmentation	0.968
16	Closure	0.100
17	Avg Distance	2.678
18	Prop within 3	0.024
19	# w/in 3	1164
20	SD Distance	1.068
21	Diameter	6
22	Wiener Index	4073
23	Dependency Sum	2552
24	Breadth	0.985
25	Compactness	0.015
26	Small Worldness	
27	Mutuals	0.000
28	Asymmetrics	0.010
29	Nulls	0.990
30	Arc Reciprocity	0.024
31	Dyad Reciprocity	0.012

## Frequencies

		1	2
		Freq	Prop
		-----	-----
1	1	253	0.005
2	2	381	0.008
3	3	530	0.011
4	4	328	0.007
5	5	18	0.000
6	6	11	0.000
7	NA	46659	0.968

7 rows, 2 columns, 1 levels.

Average: :2.678

Std Dev: :1.068

DESCRIPTIVE STATISTICS FOR EACH MEASURE

		1	2
		Betweenness	nBetweenness
		-----	-----
1	Mean	1.576	0.159
2	Std Dev	7.920	0.798
3	Sum	52.000	5.242
4	Variance	62.729	0.637
5	SSQ	2152.000	21.868
6	MCSSQ	2070.061	21.036
7	Euc Norm	46.390	4.676
8	Minimum	0.000	0.000
9	Maximum	46.000	4.637
10	N of Obs	33.000	33.000

Network Centralization Index = 4.62%

		Betweenness	nBetweenness
		-----	-----
1	Mean	5.355	0.004
2	Std Dev	57.372	0.045
3	Sum	1917.000	1.508
4	Variance	3291.510	0.002
5	SSQ	1188625.500	0.736
6	MCSSQ	1178360.500	0.730
7	Euc Norm	1090.241	0.858
8	Minimum	0.000	0.000
9	Maximum	774.000	0.609
10	N of Obs	358.000	358.000

Network Centralization Index = 0.61%

## DESCRIPTIVE STATISTICS FOR EACH MEASURE

		1	2
		Betweenness	nBetweenness
		-----	-----
1	Mean	1.696	0.037
2	Std Dev	9.718	0.213
3	Sum	117.000	2.568
4	Variance	94.436	0.045
5	SSQ	6714.500	3.235
6	MCSSQ	6516.109	3.139
7	Euc Norm	81.942	1.799
8	Minimum	0.000	0.000
9	Maximum	76.000	1.668
10	N of Obs	69.000	69.000

Network Centralization Index = 1.65%

## Anexo 3.

Artículo publicado en la Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales (2024)

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

# REDES

Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales

Vol.35, #1, (2024), 91-115

<https://revistas.uab.es/redes> <https://doi.org/10.5565/rev/redes.986>

### 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 Ibáñez<sup>1</sup>

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.



ISSN 1579-0185

Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales | 91

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.*

<sup>1</sup> Contacto con los autores: César Abelardo González Ramírez ([cramirez@uaeh.edu.mx](mailto: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 Boiardí, 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 auto organización (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 interorganizaciones” (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 Murci, 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 interorganizaciones (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 Pfothenauer 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 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					
		Urbano	Rural	TSU	Lic.	Ing.	Esp.	M	D	Año
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:

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

- $E$  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  $w_j$ .

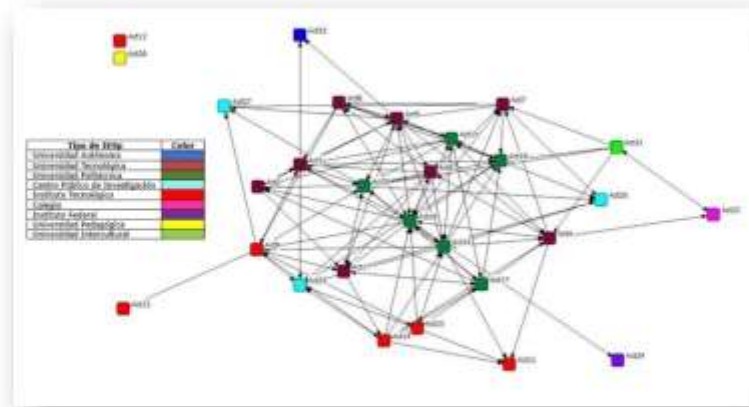
## RESULTADOS

### 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 IESP 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 IESPP 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 IESPP en Hidalgo, seseleccionaron las 19 IESPP 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

$$V = \{w_1, w_2 \dots, w_{19}\} \quad (3)$$

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

$$G_1 = (V, E_1), G = (V, E_2) \quad (4)$$

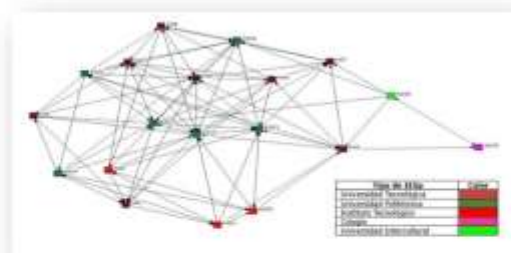
**Tabla 2.**

*Matriz de adyacencia 19 IESp*

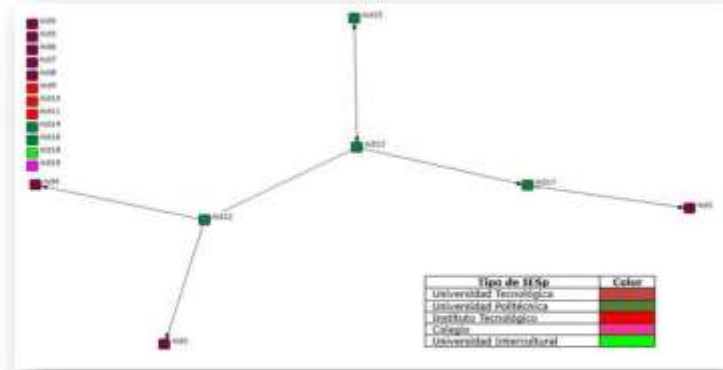
Vértice	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>5</sub>	W <sub>6</sub>	W <sub>7</sub>	W <sub>8</sub>	W <sub>9</sub>	W <sub>10</sub>	W <sub>11</sub>	W <sub>12</sub>	W <sub>13</sub>	W <sub>14</sub>	W <sub>15</sub>	W <sub>16</sub>	W <sub>17</sub>	W <sub>18</sub>	W <sub>19</sub>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



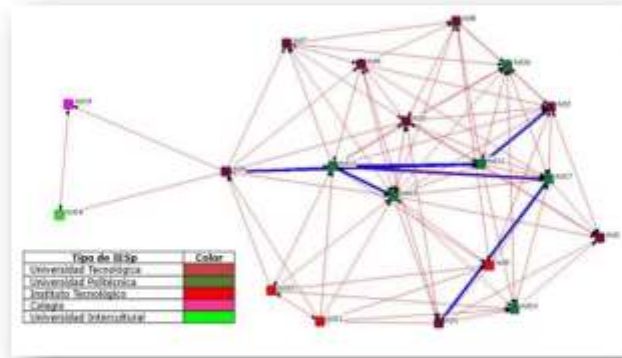
**Grafo 3.** Red de 19 IESPP conformada por el conjunto de CEIDE interinstitucionales.  
Fuente: Elaboración propia.

### 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

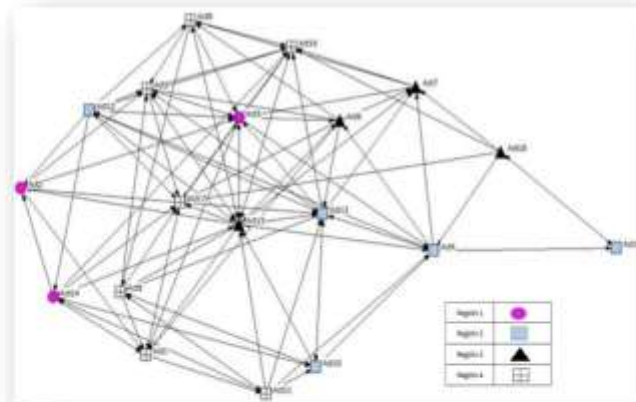
integra los dos tipos de relaciones analizados. Esto es, integramos los dos tipos de aristas  $E = E1 \cap E2$  Resultado una gráfica  $F1 = (V, E)$  (Aguirre, 2014). Este grafo 4 concentra todos los convenios entre las IESPP, que a la vez permite ver que algunos pares de nodos tienen más de un tipo 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.

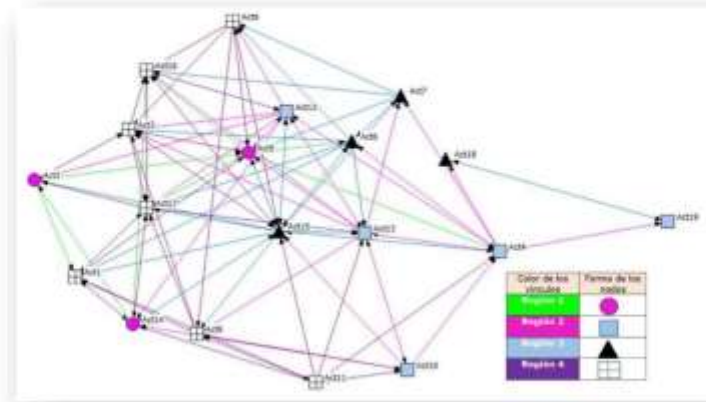
Como se puede apreciar en el grafo 5, las IESP de la región 1 están representadas por las cajas de color blanco; las IESP de la región 2 están representadas por los cuadrados de color azul;

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.

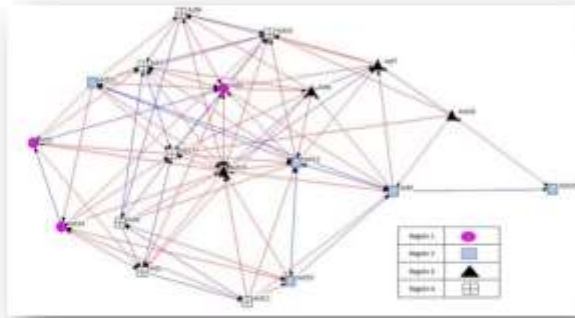
**Tabla 3**  
Número de vínculos por región

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 IESP 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%
<b>Indicadores de grado de centralidad de salida de CEIDE</b>					
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.

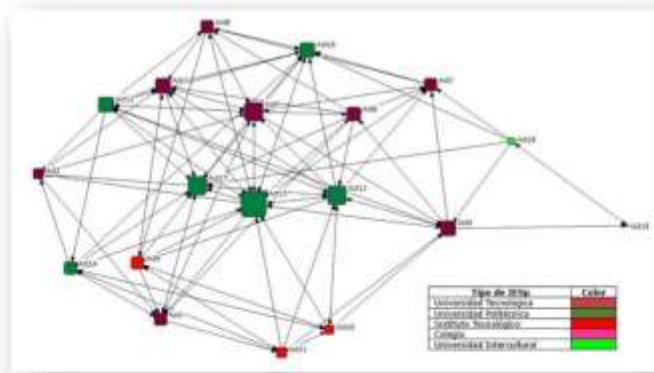
La desviación estándar indica qué tan heterogéneos u homogéneos son los nodos en lo que a posiciones estructurales de la red. Al considerar los coeficientes de 2.892 para centralidad de salida y entrada de la red por convenios generales, se tiene que hay homogeneidad en cuanto a la centralidad (posición 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

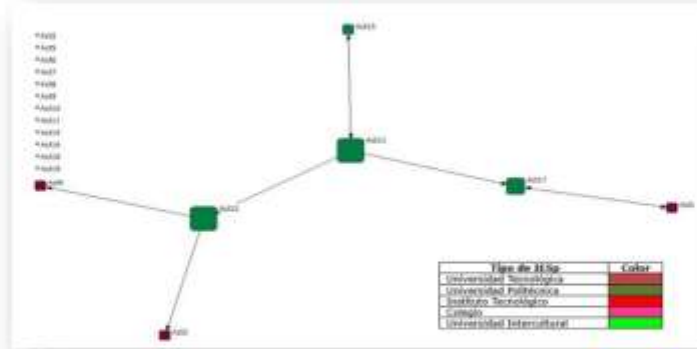
que a posiciones estructurales de la red se refiere. Al considerar los coeficientes de 0.815 para centralidad de salida y entrada de la red por convenios generales, se puede decir que hay homogeneidad en cuanto a la centralidad (posición estructural) de los nodos. Pues la mayoría de los nodos está contenida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

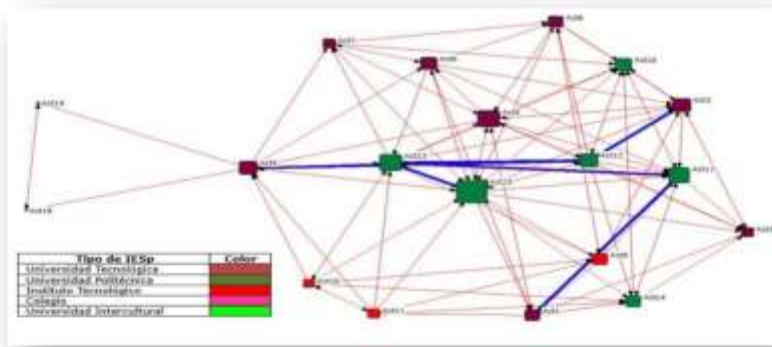
A continuación, se muestran los siguientes grafos que permiten visualizar los resultados de los mencionados indicadores de centralidad.



**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.



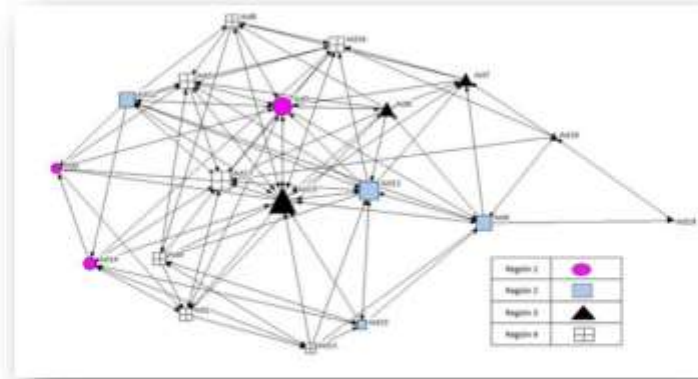
**Grafo 10.** Red de IESP total con grados de centralidad que consiste en la unión de los dos tipos de relaciones: CGC y CEIDE. Fuente: Elaboración propia.

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	Número 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.



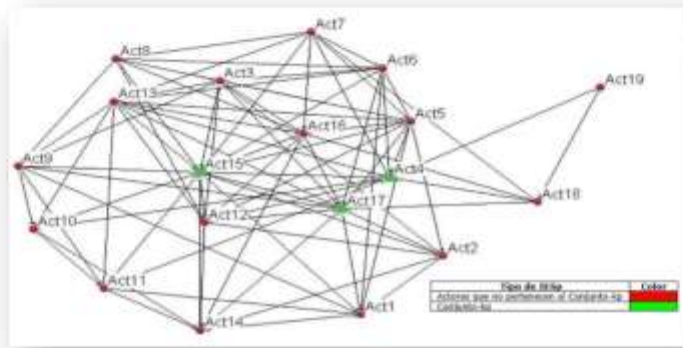
En el caso de la red de IESP por convenio de IDE, ésta tiene 19 nodos y únicamente 8 vínculos, lo que implica que muy pocas IESP se vinculan entre sí, asimismo tiene una densidad de 2.6% que implica que las IESP tienen escasa cohesión, lo que se ve reiterado por el número de componentes de la red que 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 IESP 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.

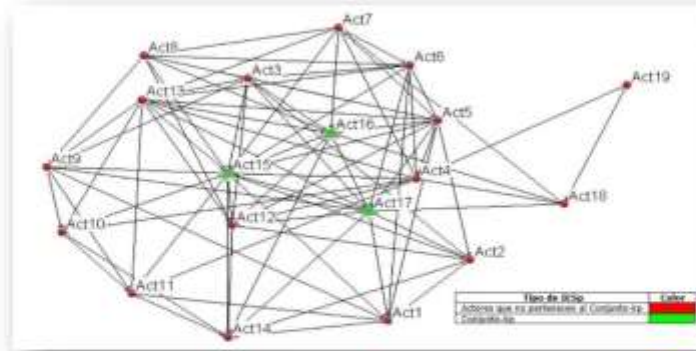
La lista de nodos que tendrían el mayor nivel de fragmentación de la red son los siguientes:



**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-*k<sub>p</sub>* positivo seleccionado, procedimiento "Harvest", en KeyPlayer 2. Fuente: Elaboración propia.



**Grafo 15.** Cohesión, 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 Cohesión, 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

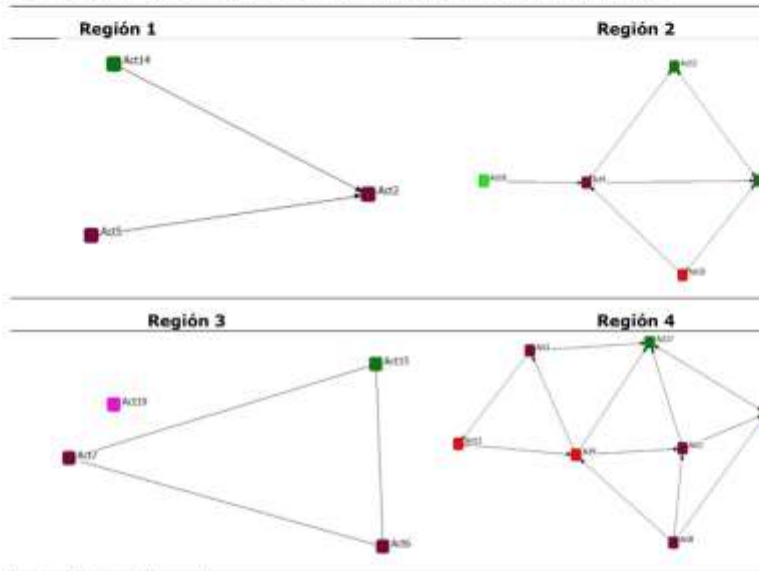
dan 12 vínculos (3.51%), de igual manera, se identificó a las universidades Politécnicas como la institución por la que tiene que empezar la aplicación de una política que impulse la generación de convenios y vínculos interinstitucionales de diversa índole para el diseño de la política pública subnacional 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 lo 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

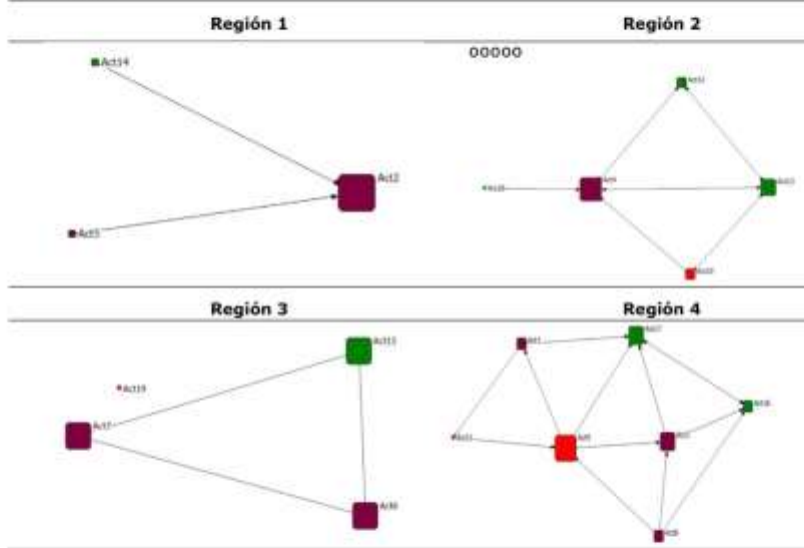
Fuente: Elaboración propia.



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 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 (%)	Centralidad de:							
	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, opto 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 Technologies.
- 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. & Grigoriadis, 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 productores 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 invest in 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/econcu.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.
- Klijin, E. H. (1998).** Redes de políticas públicas: una visión general. *Managing Complex Networks*, 18.
- Kuz, A., Falco, M., & Giardini, 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. & Boiardí, 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.euroecorev.2019.10.3330>

**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