



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.  
José María Pino Suárez 460-2 esq a Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México. 7223898475*

RFC: AT1120618V12

**Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.**

<http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticaervalores.com/>

**Año: XI**

**Número:2**

**Artículo no.:11**

**Período: 1 de enero al 30 de abril del 2024**

**TÍTULO:** Estrategia de desarrollo tecnológico de una institución de educación superior a través de patentes.

**AUTORES:**

1. Dr. Rubén Oliver Espinoza.
2. Dra. Hortensia Gómez Viquez.
3. Dra. Diana Priscila Estrella Santiago.

**RESUMEN:** Una preocupación actual es hacia dónde van las instituciones públicas de educación, en su rol de desarrolladoras de tecnologías que den respuesta a las necesidades de la sociedad. En esta investigación se muestran las tendencias de desarrollo tecnológico del Instituto Politécnico Nacional (IPN), a través del análisis de los campos tecnológicos en los que patenta, así como, entender está dinámica, la generación de conocimiento que retroalimente el desarrollo tecnológico de esta entidad, de 2014 a 2017. Así mismo, se integra una comparación con otra institución. Los resultados muestran que, en el IPN, particularmente sobresale la actividad de patentamiento en campos tecnológicos vinculados al área farmacéutica, como son las tecnologías de la información (TICs).

**PALABRAS CLAVES:** desarrollo tecnológico, patentes, conocimiento, farmacéutica y tecnologías de la información.

**TITLE:** Technological development strategy of a higher education institution through patents.

**AUTHORS:**

1. Dr. Rubén Oliver Espinoza.
2. Dra. Hortensia Gómez Viquez.
3. Dra. Diana Priscila Estrella Santiago.

**ABSTRACT:** An important question is what public educational institutions are going these days, in their role as developers of technologies that respond to the needs of society. This research shows the technological development trends of the National Polytechnic Institute (IPN), through the analysis of the technological fields in which it patents, as well as, understanding this dynamic, the generation of knowledge that feeds back the technological development of this entity, from 2014 to 2017. Likewise, a comparison with another institution is integrated. The results show that, in the IPN, patenting activity particularly stands out in technological fields linked to the pharmaceutical area, such as information technologies (ICT).

**KEY WORDS:** technological development, patents, knowledge, pharmaceuticals and information technologies.

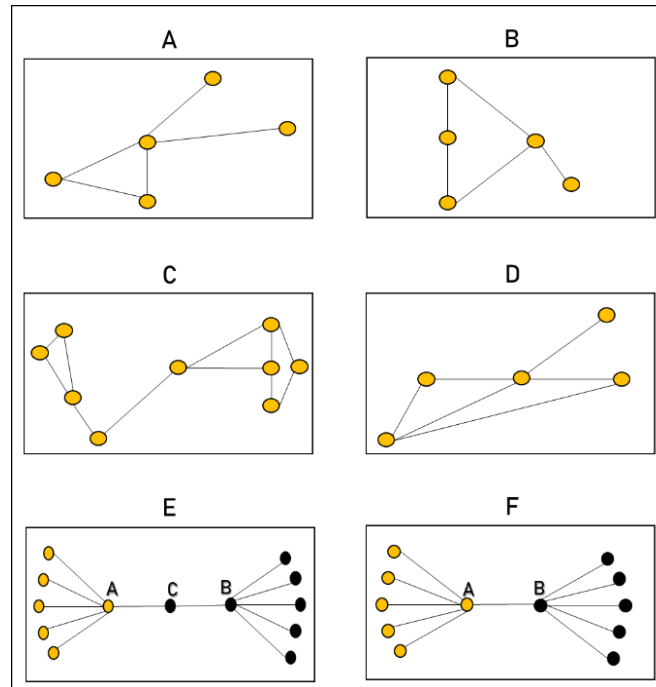
## **INTRODUCCIÓN.**

### **De redes y grafos.**

De acuerdo con Barabasi (2003), las redes son el catálogo de los componentes de un sistema, organizados en nodos, que para este efecto son los campos tecnológicos, y sus vínculos, mismos que se consideran cuando en una misma patente aparecen dos o más campos tecnológicos. En ese entendido, las redes aportan una forma de entender un cúmulo de informaciones, que de no ser organizadas, aparecen como complejas y caóticas (Newman, Barabási y Watts, 2006).

Las redes se representan a través de grafos, y éstos adquieren formas diferentes en función de las propiedades de los nodos y sus vínculos. La figura 1 muestra un conjunto de grafos, que pueden representar redes de cómputo, proteínas, personas, y en general todo sistema, representado en función de las relaciones entre sus componentes.

Figura 1. Grafos.



Fuente: Elaboración propia.

Para el caso que concita esta investigación, nos interesan los grafos de las redes E y F ( $g_E$  y  $g_F$ , respectivamente), dado que reflejan características de las redes de campos de conocimiento que se plasman en patentes en el IPN y en el ITESM, y que nos interesa observar. Estas figuras son una simplificación, pero resumen adecuadamente la forma diferenciada que tienen las redes de patentamiento en una y otra institución.

Una vista rápida nos indica, que los nodos A y B ( $n_A$  y  $n_B$ ) son de grado seis; esto es, cada uno está vinculado a seis nodos. Una primera diferencia entre ambas redes consiste en que en  $g_E$  el sexto vínculo de  $n_A$  y  $n_B$  lo representa el  $n_C$  (C intermedia entre A y B), mientras que en la figura  $g_F$ ,  $n_A$  y  $n_B$  se vinculan directamente.

Una segunda diferencia, asociada a la previa, radica en las redes egocéntricas que se forman para  $n_A$  y  $n_B$ . Una red egocéntrica se forma con los nodos directamente vinculados a uno en particular; de modo, que la red egocéntrica para  $n_A$  tiene el mismo número de nodos en  $g_E$  y  $g_F$ , pero se diferencia en una y otra porque en  $g_E$  la red egocéntrica de  $n_A$  abarca a  $n_C$ , mientras que en la  $g_F$  la red egocéntrica de  $n_A$

abarca a  $n_B$  (y viceversa en  $g_E$  la red egocéntrica de  $n_B$  abarca a  $n_C$ , mientras que en  $g_F$  la red egocéntrica de  $n_B$  abarca a  $n_A$ ).

Una tercera diferencia radica en que en  $g_E$ ,  $n_A$  y los nodos de su mismo color forman una comunidad; es decir, un subgrafo dentro de una red, determinada por una mayor cercanía entre ellos; por su cuenta,  $n_C$ ,  $n_B$  y el resto de los nodos oscuros forman otra comunidad.

¿Por qué nos interesa resaltar esas diferencias? Porque en las redes de ambos grupos se observa la formación de comunidades en torno a los campos de mayor grado, grado tal, como en  $g_E$  y  $g_F$ , pero la diferencia estriba en que mientras en un grupo (grafo F) tales campos de mayor grado están incluidos en una misma red egocéntrica, aun perteneciendo a comunidades diferentes (círculos amarillos y negros). En el otro grupo, los nodos de mayor grado son intermediados por un tercer nodo que forma parte de la red egocéntrica de ambos nodos de mayor grado (nodo C representado por un círculo negro en el grafo E), pero paralelamente solo pertenece a la comunidad de uno de ellos (porque es un círculo negro como los nodos conectados a B, en el grafo E).

¿Y por qué es importante esta diferencia? Porque dice cosas diferentes sobre la forma en la que se organizan los campos (nodos) en cada grupo.

De acuerdo con la literatura sobre redes, en términos del tema de interés, si el conocimiento utilizado para desarrollar una tecnología circula siempre entre los mismos nodos, se vuelve redundante, y cuando surge un nodo entre dos nodos ya relacionados con otros nodos (en el caso del grafo E, el nodo C entre A y B), a fin de conectarlos, es porque cubre una falta de enlace entre los dos nodos que une (Burt, 1992; Borgatti y Everett, 1992), lo que contribuye a renovar o a dinamizar procesos de desarrollo tecnológico. Parece ser, que en  $g_E$  el papel de  $n_C$  radica en cubrir un espacio estructural entre las comunidades de  $n_A$  y  $n_B$ , mientras que en  $g_F$  las redes egocéntricas de  $n_A$  y  $n_B$  parecen redundar en conocimiento.

El trabajo que aquí presentamos observa información de patentes para un periodo específico del tiempo, considerando dos instituciones en el comparativo, aunque el principal objeto de estudio es el IPN.

## **DESARROLLO.**

### **Recopilación de la información.**

A través del software *Matheo Patent*, se recuperaron los registros de patentes tanto del IPN como del ITESM, para el periodo 2014-2017. Se organizaron en función de los campos tecnológicos en que se clasifican, conforme a la categorización de Patentes de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). En el caso del IPN, se identificó que son 33 campos de conocimiento en los que se clasifica la tecnología patentada por la institución. En el caso del ITESM, los campos son 35.

Una misma patente puede contener varios campos tecnológicos que estén relacionados entre sí: los campos tecnológicos constituyen los nodos y el que aparezcan en una misma patente es el vínculo; por lo que se consideran campos tecnológicos vinculados, por lo que en el IPN el número de campos se redujo a 27 y en el ITESM a 28.

Los nodos y sus respectivas vinculaciones permiten construir una matriz de adyacencia. La información que arroja consiste en identificar si dos nodos de conocimiento se vinculan para desarrollar patentes o no. El resultado de tal arreglo es una matriz binaria, donde cero representa que dos campos de conocimiento no convergen para la generación de patentes, y uno representa campos de conocimiento convergentes para generar una patente.

En el caso de  $g_E$  (figura 1), se diría que los campos de conocimiento  $n_A$  y  $n_B$ , así como  $n_B$  y  $n_C$  están vinculados, pero no  $n_A$  y  $n_C$ ; de modo, que para  $X_{AB}= 1$ ;  $X_{BC}= 1$  y  $X_{AC}= 0$  en una matriz de adyacencia. Merece enfatizarse, que la matriz que construimos para este caso muestra únicamente si los campos de conocimiento están vinculados entre sí. No se considera el peso (el número de vinculaciones para cada par de campos de conocimiento), ni la dirección del vínculo. Solo interesa identificar si los campos se relacionan o no entre sí. Es una matriz sin pesos y no direccionada; posteriormente, se valoran los pesos.

El indicador básico del cual se desprenden los otros usados en este trabajo es la centralidad de grado,  $g$ . Éste indica la cantidad de vínculos de cada nodo, donde, para efectos de este trabajo, cada nodo está representado por un campo de conocimiento.

Como se intuye del indicador, la centralidad de un nodo implica identificar su importancia en el contexto de una red. La centralidad de los nodos varía, en la medida que aquella depende de los nodos con que cada uno se vincula; esto contribuye a explicar, para efectos de este trabajo:

- 1) El peso de cada nodo en la estructura de la red (a partir de su puntuación eigenvector) y su capacidad de intermediación (cuántas veces un nodo se tiene que conectar al nodo principal para conectarse con otro nodo).
- 2) La identificación de comunidades dentro de la red.
- 3) Redundancias y espacios faltantes que son estructurales asociados a los nodos más relevantes.

### **Pesos de los nodos: puntuación eigenvector e intermediación.**

La puntuación del eigenvector es un indicador de centralidad que contabiliza y pondera el peso de los nodos adyacentes para atribuir cierto valor a uno en particular; de modo, que la ponderación del peso se realiza a través de la centralidad de grado de los nodos adyacentes:

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

Donde  $e_i$  es la puntuación de la centralidad del eigenvector y  $\gamma$  es la constante proporcional llamada eigenvalor; y  $x_{ij}$  representa un vínculo (vértice) entre los nodos  $i$  y  $j$  si su valor es 1, o que no existe relación si su valor es 0. En conjunto, el indicador nos señala la centralidad de un nodo en función de la centralidad de los nodos que le son adyacentes.

Por su parte, en el indicador de intermediación se calcula, para un nodo focal, la proporción de todos los caminos posibles entre nodos que pasan por el nodo focal; esto es, qué proporción de todos los caminos más cortos de uno a otro nodo pasan a través de uno en particular. Cada nodo tiene un valor

de intermediación, de modo que algunos son más susceptibles de mediar entre otros. Para el nodo  $j$ , la intermediación está dada por:

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

Donde  $g_{ijk}$  es el número de trayectorias geodésicas que conectan  $i$  y  $k$  a través de  $j$ , y  $g_{ik}$  es la cantidad de trayectorias geodésicas que conectan  $i$  y  $k$ .

La puntuación del eigenvector indica la importancia relativa de un nodo en función de los otros con los que se conecta, lo que conduce a plantear la posibilidad de que los nodos de mayor grado tienden a vincularse entre sí. En el caso de este trabajo, los campos de conocimiento con mayor puntuación indican su capacidad de incursionar en actividades de patentamiento, vinculados a otros campos cuya capacidad de patentamiento es alta. Eso indica que nodos de alto grado atraen a nodos de alto grado, por lo que las redes no suelen observar una distribución aleatoria (Barabasi, 2003), y alternativamente, en el caso de redes de conocimiento, muestran redundancias de conocimiento.

Por otra parte, la intermediación da cuenta de la capacidad de los nodos de congregar a través suyo los aspectos cualitativos característicos de una red. En el caso de patentes, los nodos de alta intermediación vinculan conocimiento de campos diferentes. Esa capacidad de intermediación es base para identificación tanto de comunidades, como de redes egocéntricas.

### **Identificación de comunidades.**

En el contexto del estudio de redes, una comunidad es un subgrafo densamente conectado; en ese mismo tenor, se espera identificar, en la misma red, otros subgrafos densamente conectados entre sí (Barabasi, 2003). Diversos métodos de identificación de comunidades se basan en métodos de jerarquización de conglomerados (Barabasi, 2003; Borgatti, 2013).

En particular, los grafos para este trabajo se realizan a partir del software de código abierto Gephi, que calcula las comunidades en redes no dirigidas a partir del algoritmo de estabilidad de partición de redes

de Lambiotte, Delvenne y Barahona (2008), basado en el algoritmo de Girvan y Newman (2002), que consiste en:

1. Calcular la intermediación para cada uno de los nodos de una red.
2. Remover el vínculo donde se observa la mayor intermediación.
3. Recalcular la intermediación para los nodos afectados por la remoción.
4. Repetir la operación hasta que no quede vínculo por retirar.

### **Redundancias y puentes entre nodos.**

En términos de redes, la redundancia corresponde a la reproducción de información entre nodos, como consecuencia de flujos persistentes entre ellos, en la medida que están vinculados. En esa medida, es un indicador desarrollado pensado para el estudio de redes egocéntricas. Recordemos, que una red egocéntrica se compone de los nodos vinculados directamente a uno en particular; en otros términos, la red egocéntrica de un nodo implica el estudio de sus vínculos con nodos que le son redundantes.

Borgatti (2013) propone un arreglo a ese indicador, más sencillo y que aporta la misma información:

$$r = \frac{2t}{n}$$

Donde  $r$  es la redundancia para un nodo cualquiera en su respectiva ego red,  $t$  es el número de vínculos de la red, sin incluir los vínculos del ego nodo, y  $n$  es el número de nodos, sin considerar el ego nodo. En la medida que la ego red represente a un ego nodo de alto grado (con gran cantidad de vinculaciones), es de esperar una alta redundancia, y por tanto, baja la posibilidad de identificar espacios faltantes estructurales. A la inversa, la ego red de un nodo de bajo grado observa una baja redundancia, y por tanto, la alta posibilidad de identificar espacios faltantes estructurales.



**Resultados.**

Antes de discutir los resultados, queremos retomar aspectos que previamente presentamos tanto en el planteamiento del problema, como en los indicadores: un mismo nodo puede formar parte de dos ego redes, y al mismo tiempo, de la comunidad de una de esas dos ego redes.

Ese nodo, sin ser el de mayor centralidad de grado, puede tener elevada capacidad de intermediación, y en esa medida, subsanar espacios faltantes estructurales. Conjuntamente, eso no indica la existencia de una redundancia diferenciada, que en términos de redes de conocimiento orientadas hacia el patentamiento, puede explicar estrategias diferentes, en función de la naturaleza de la institución que se trate (en nuestro caso ambas instituciones educativas, pero una pública y otra privada).

***Indicadores de centralidad.***

Los resultados descritos en esta sección se desprenden del cuadro 1 para los indicadores de centralidad de las redes de patentes de las instituciones educativas; grafos GA1 [para patentes del IPN] y GA2 [para patentes del ITESM]). En esta sección de resultados, los cuadros 1 y 2 muestran indicadores de centralidad de las redes de patentes del IPN y del ITESM, respectivamente.

Particularmente, el cuadro 1 muestra los indicadores de los tres nodos más relevantes en términos de centralidad de grado en la estructura completa de la red de campos de conocimiento del IPN. El nodo del campo de conocimiento Farmacéutica es tanto el más alto en grado como en eigecentralidad (nótese que la centralidad eigenvalor para tecnología de cómputo cae a la mitad de la Farmacéutica), pero en términos de intermediación está por debajo de Tecnología de cómputo e Instrumentos de medición (con respecto a Tecnología de cómputo cae alrededor de 30%).

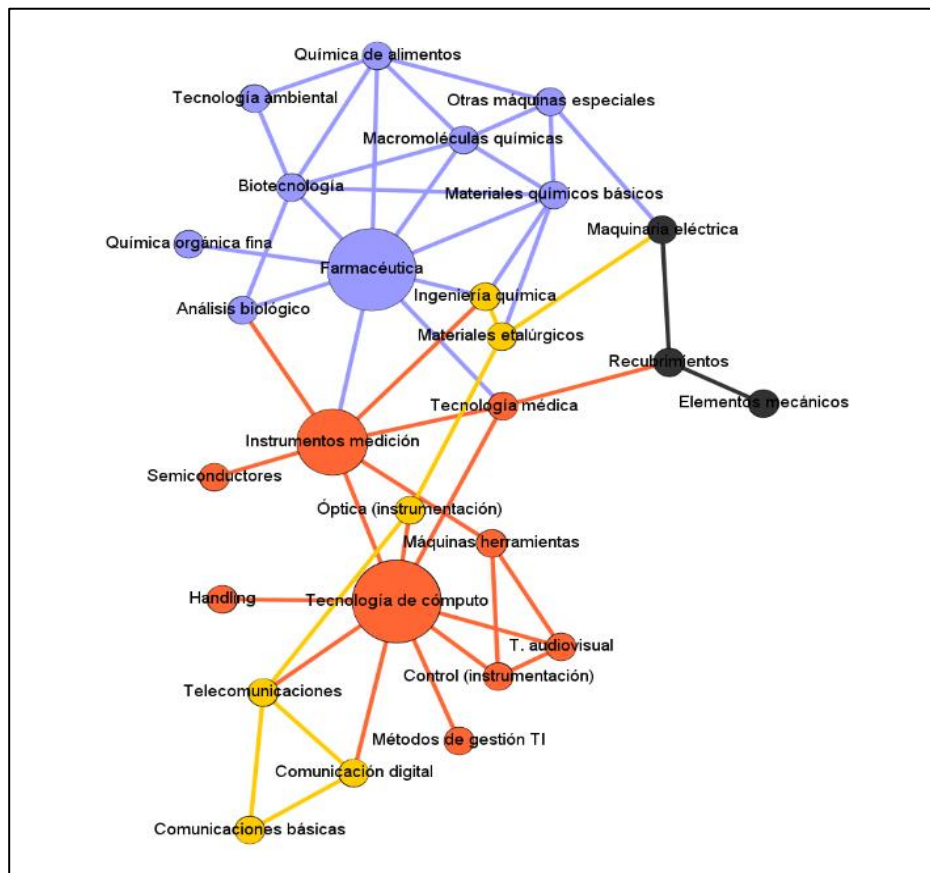
Particularmente, el cuadro 1 muestra los indicadores de la red de campos tecnológicos del IPN. El nodo farmacéutico es tanto el más alto en grado como en centralidad (nótese que la centralidad ponderada para tecnología de cómputo cae a la mitad de la farmacéutica), pero en términos de intermediación, farmacéutica, está por debajo de tecnología de cómputo e instrumentos de medición (con respecto a Tecnología de cómputo cae alrededor de 30%).

<b>Cuadro 1. Indicadores de centralidad de la red de patentes del IPN.</b>			
<b>Campo de conocimiento</b>	<b>Grado</b>	<b>Intermediación</b>	<b>Centralidad ponderada</b>
Farmacéutica	9	0.287	1
Tecnología de cómputo	9	0.407	0.550
Medición (instrumentación)	7	0.296	0.691

Fuente. Elaborado a partir de Gephi.

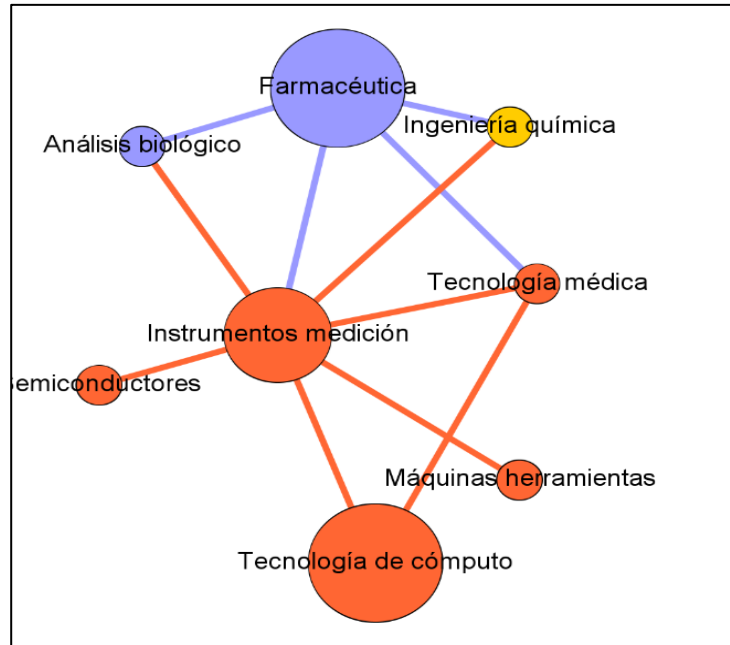
Estos indicadores se complementan por la vista del grafo GA1, el cual nos muestra la red completa para las patentes organizadas por campo tecnológico en el IPN. Al centro de la red el nodo Instrumentos de medición muestra ser el que intermedia entre las comunidades (diferenciadas por color) de Farmacéutica y Tecnología de cómputo (gráficamente se muestra incluido en el grafo GA2).

Figura 2. GA1: Red de patentes IPN



Fuente. Elaborado con base en Gephi.

Figura 3. GA2: “Ego red” de Instrumentos de medición de IPN.



Fuente. Elaborado con base en Gephi.

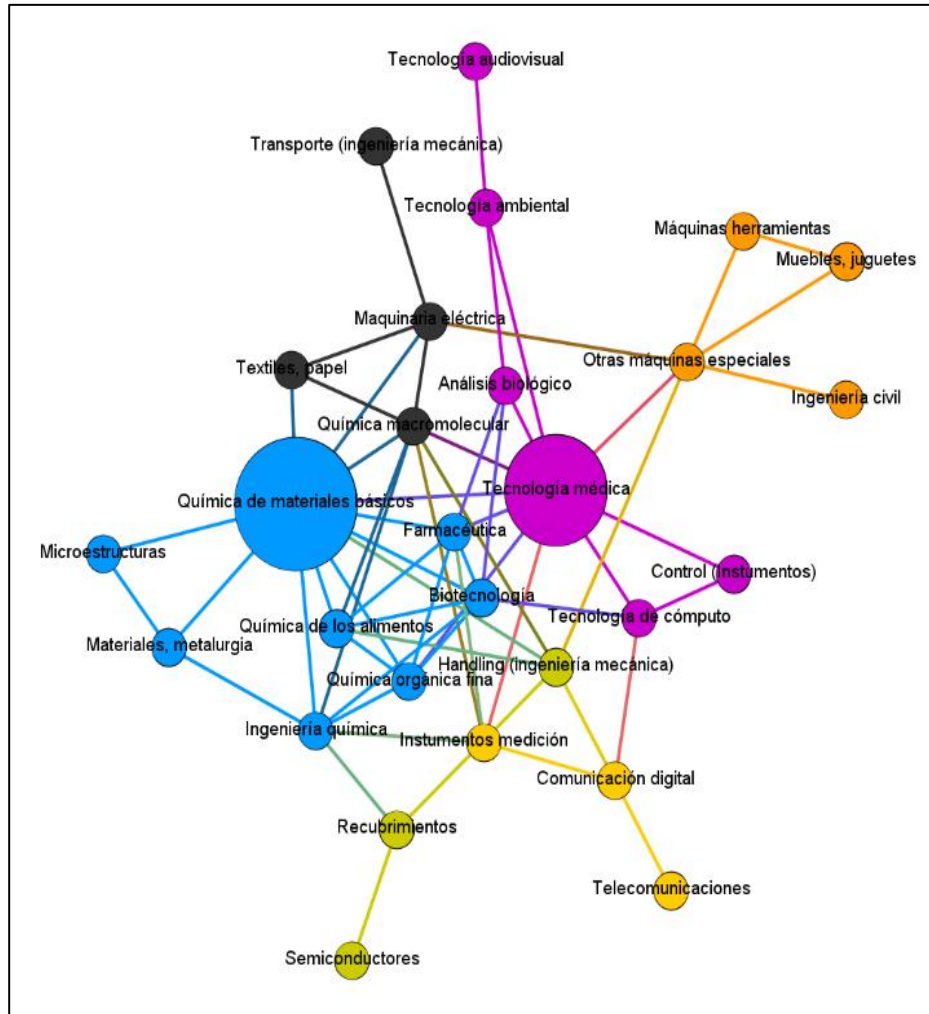
Por su cuenta, con respecto al ITESM, los dos campos más relevantes son Química de materiales básicos y Tecnología médica. Son los nodos de mayor centralidad de grado y centralidad ponderada; ambos nodos, asimismo, se encuentran entre los tres con mayor capacidad de intermediación.

<b>Cuadro 2. Indicadores de centralidad de la red de patentes del ITESM.</b>			
<b>Campo de conocimiento</b>	<b>Grado</b>	<b>Intermediación</b>	<b>Centralidad ponderada</b>
Química de materiales básicos	12	0.227	1
Tecnología médica	10	0.303	0.759

Fuente: *elaboración propia con base en Gephi.*

El grafo respectivo GA3 nos muestra la red completa para el ITESM, del cual se desprende la vinculación directa entre ambos nodos. De la figura se observa, que existe una mayor densidad de la red de patentes basada en campos tecnológicos en el ITESM que en el IPN.

Figura 4. GA3: Red de patentes ITESM.



Fuente. Elaboración propia con base en Gephi.

### ***Redundancia y espacios faltantes estructurales.***

De hecho, a simple vista es evidente una mayor densidad de la red de patentes basada en campos de conocimiento en el ITESM que en el IPN. En el cuadro 3 se observan tanto el grado medio de la red completa para cada institución, así como la redundancia de los nodos comentados en los cuadros 1 y 2.

El grado medio, que es igual al número de vínculos entre el número de nodos en una red, es una forma de medir la cohesión de una red: las del ITESM es más cohesionada; asimismo, la redundancia de los nodos de mayor centralidad de esta institución es mayor que la de los nodos del IPN.

<b>Cuadro 3. Grado medio y redundancia</b>			
<b>IPN</b>		<b>ITESM</b>	
<b>Grado medio</b>	<b>3.703</b>	<b>Grado medio</b>	<b>4.357</b>
<b>Redundancias</b>		<b>Redundancias</b>	
Farmacéutica	3.154	Química de materiales básicos	3.630
Tecnología de cómputo	3.154	Tecnología médica	3.778
Instrumentos de medición	3.308		

Fuente. Elaboración propia con base en Gephi.

Previamente señalamos, que en la medida que la ego red represente a un ego nodo de alto grado (con gran cantidad de vinculaciones), es de esperar, una alta redundancia, y por tanto, baja la posibilidad de identificar espacios faltantes estructurales. A la inversa, la ego red de un nodo de bajo grado observa una baja redundancia, y por tanto, la alta posibilidad de identificar espacios faltantes estructurales. En los casos que revisamos, es evidente que las ego redes para los nodos del ITESM muestran una mayor redundancia, que se traduce en una menor proporción de espacios faltantes estructurales. Observamos, asimismo, que las ego redes de los dos campos de conocimiento con mayor grado de centralidad están conectados directamente (figura 4. GA3).

En tanto que las redes del IPN (la completa y la “ego red” de los Instrumentos de medición) permiten identificar más espacios faltantes estructurales (en virtud de los menores indicadores de redundancia de los nodos con mayor centralidad de grado) con respecto a las del ITESM.

En conjunto, estos resultados nos indican que en una red de conocimiento los vínculos entre nodos muestran redundancia en virtud de la conexión entre ellos. En el marco de la teoría social, la redundancia se manifiesta en que entre nodos conectados se espera que observen un comportamiento homogéneo al interior de un grupo, por lo que si un individuo (campo de conocimiento) se asocia a otro grupo (expande sus actividades hacia un hoyo estructural), está en posibilidad de desarrollar

nuevos comportamientos y/o formas de pensar (Burt, 1992), o posibilidad de estructurar conocimiento patentable, en términos de lo que aquí hemos revisado.

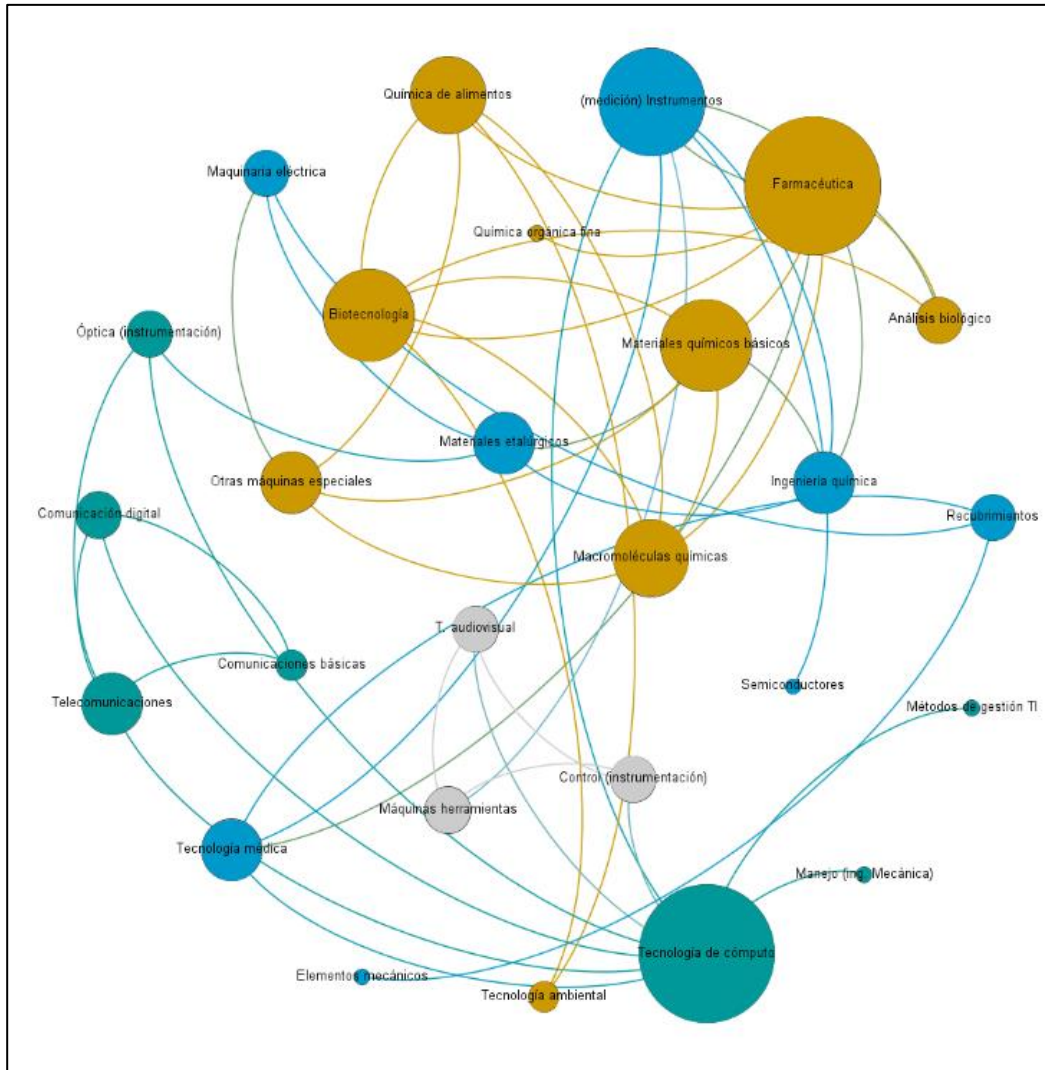
***Patentes y conocimiento.***

En el caso específico del IPN, que es objeto de estudio de interés, desglosando los resultados por campos tecnológicos reconocidos por la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI), se puede observar, que efectivamente, la mayor frecuencia se centra en el sector químico (cuadro 4), y dentro de éste se destaca el sector farmacéutico, seguido del sector eléctrico con tecnologías de cómputo y telecomunicaciones; es decir, las áreas que se destacaron en el análisis de redes.

<b>Cuadro 4. Patentes IPN por principales campos tecnológicos de la OMPI</b>			
<b>Campos tecnológicos</b>	<b>Patentes</b>	<b>Campos tecnológicos</b>	<b>Patentes</b>
Química		Ingeniería eléctrica	
Farmacéutica	21	Tecnología de cómputo	20
Biotecnología	17	Telecomunicaciones	8
Química de materiales básicos	10		3
Química macromolecular	6		
Fuente: Gephi			

Gráficamente (Figura 5) se puede observar, que para el IPN utilizando indicadores de redes, que dan cuenta de la estructura de conocimiento, podrían dar una orientación con respecto hacia en qué campos se están desarrollando tecnología y cómo se están relacionando entre sí, a fin de robustecer y promover la transferencia desde la institución con base en sus capacidades (Guan y Liu, 2016).

Figura 5. Grafo de campos tecnológicos de patentes del IPN.

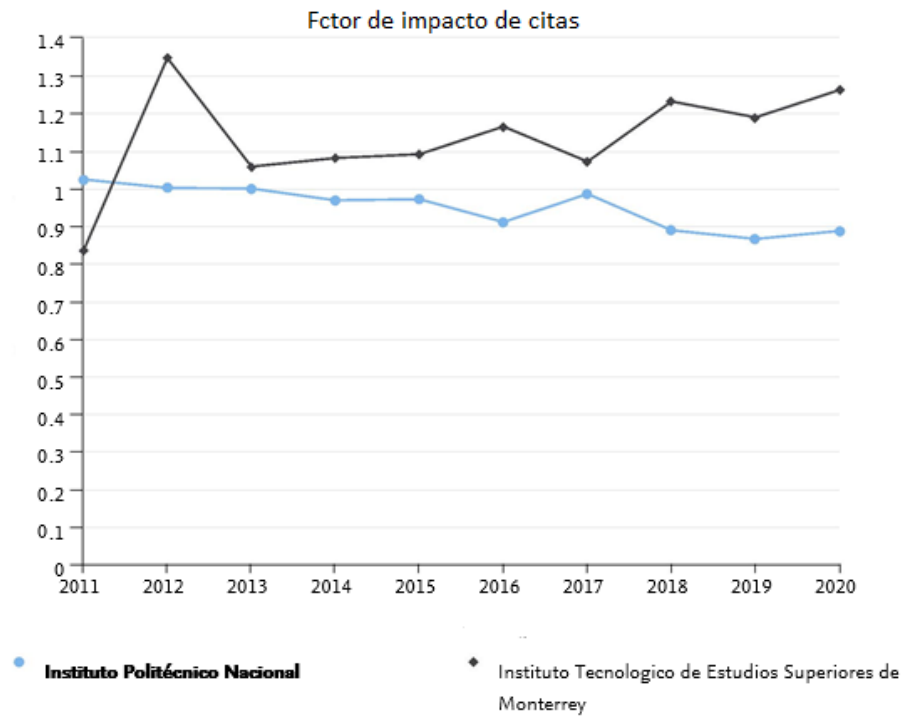


Fuente. Elaboración propia con base en Gephi.

En el caso de estudio, particularmente sobresale la actividad de patentamiento en el ámbito farmacéutico y su capacidad de acercar campos de conocimiento como parte del conocimiento que ha derivado en desarrollos tecnológicos, pero adicionalmente, las patentes en tecnologías de la información dan cuenta de su capacidad de integrar otros campos, aunque no de intermediar entre ellos. A partir de la base de datos SCOPUS de la Editorial Elsevier, utilizando la aplicación *Scival*, se realizó un análisis de comparación en primera instancia de las publicaciones del IPN respecto de las ITESM. En la gráfica 1 se puede observar, que respecto al factor de impacto de citas el ITESM se encuentra

por encima de 1 a lo largo del periodo lo que significa que sus publicaciones han sido citadas por encima del promedio mundial a diferencia del caso del IPN.

Gráfica 1.



Fuente. *Scival*, ELSEVIER.

Lo que ha permanecido en los últimos años, en el caso del ITESM, es que sus publicaciones se concentran principalmente en el área de ingeniería (16.2%), ciencias de la computación (11.6%), matemáticas (5.4%) y participación emergente en el área de ciencia sociales (6.8%), en tanto que en bioquímica sólo tiene el 5.7% de publicaciones. También es de notar, que el 97.4% de sus colaboraciones son con actores no académicos (*Scival*, ELSEVIER).

En el caso del IPN, considerando las áreas de biotecnología, ingeniería molecular, inmunología, farmacología, y genética, concentran cerca del 18% de las publicaciones, en tanto que ingenierías concentra el 13.3% de las publicaciones (*Scival*, ELSEVIER), y las colaboraciones son con otros investigadores.



Los resultados previos son muestra de la relación que guarda el conocimiento con el desarrollo tecnológico; esto es, si se comparan los campos tecnológicos en los que han patentado las instituciones, y las áreas de conocimiento en las que concentran sus esfuerzos de investigación, se denota que existe consistencia por las temáticas abordadas.

En el ITESM, desde el punto de vista de la red de patentes, la tecnología de la información es el área más concentrada y sus publicaciones también se concentran en estas áreas; en tanto, que en el IPN resalta más el área de farmacéutica.

Es relevante, porque la identificación de tecnologías y campos de conocimiento convergentes permite contribuir al desarrollo tecnológico dentro de las universidades, fortaleciendo nuevas redes de tecnologías de interés.

## **CONCLUSIONES.**

En el caso de IPN, que es el de principal interés, en los resultados previos se señaló la importancia del área de farmacéutica en los campos de patentamiento, pero también el impacto de las tecnologías de la información como área integradora de diferentes campos tecnológicos. Escenario que coincide con el desarrollo científico del instituto. Esto es relevante, porque actualmente, la industria farmacéutica, derivado de la exigencia de respuestas en tiempos extremadamente cortos, para desarrollar fármacos, entre ellos vacunas, que dieran respuesta a la emergencia de salud derivada del SARS COVID-2019, logró acelerar el proceso de obtención de fármacos a través del uso de la inteligencia artificial, reduciendo los tiempos de prueba y selección y con mayor efectividad del efecto en la salud (Usher, 2020).

También es menester considerar, que estos resultados muestran la importancia de la inversión en generación del conocimiento, en ciencia básica, toda vez que el insumo principal para todo desarrollo tecnológico es justamente el conocimiento.

Puesto que para que se otorgue una patente que en efecto refleje una mejora o una sustitución de una técnica, herramienta, proceso o producto, se debe demostrar que es novedoso, que tiene una utilidad industrial, pero también que conlleva actividad inventiva; todo ello sustentado en una minuciosa descripción técnica; así pues, en el Instituto Politécnico Nacional, la inversión en capital humano de alto valor agregado en áreas primordiales vinculadas a la salud y al desarrollo de tecnologías de la información se refleja tanto en su potencial como generador de conocimiento, como en el desarrollo tecnológico analizado a través de patentes.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

1. Barabasi, A. L. (2003). *Linked*. United States of America. Editorial Penguin Group.
2. Borgatti, S. & Everett, M. (1992). Notions of Position in Social Network Analysis. *Sociological Methodology*. 22.1-35.
3. Borgatti, S. P. (2013). El problema del actor clave. *REDES. Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*. 24(2). 1-20.
4. Burt, RS. (1992), "Structural Holes: The Social Structure of Competition". Harvard University Press: Cambridge.
5. Girvan, M., & Newman, M. E. (2002). Community structure in social and biological networks. *Proceedings of the national academy of sciences*. 99(12). 7821-7826.
6. Guan, J. & Liu, N. (2016). Exploitative and exploratory innovations in knowledge network and collaboration network: A patent analysis in the technological field of nano-energy. *Research Policy*. 45(1). 97-112.
7. Scival (Sf) ELSEVIER. Obtenido de: <https://www.elsevier.com/products/scival>
8. Lambiotte, R., Delvenne, J. C., & Barahona, M. (2008). Laplacian dynamics and multiscale modular structure in networks. *arXiv*. 1
9. Newman, M. E., Barabási, A. L. E., & Watts, D. J. (2006). *The structure and dynamics of networks*. Princeton university press.

10. Usher, A. (2020). South Africa and India push for COVID-19 patents ban. The lancet. 396. 1790-1791.

#### **DATOS DE LOS AUTORES.**

1. **Rubén Oliver Espinoza.** Doctor en Ciencias Sociales. Profesor de posgrado en el Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales del Instituto Politécnico Nacional; México. Correo electrónico: [roliver@ipn.mx](mailto:roliver@ipn.mx) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7712-8980>.
2. **Hortensia Gómez Viquez.** Doctora en Economía Social. Profesor de posgrado en el Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales del Instituto Politécnico Nacional; México. Correo electrónico: [hgomezv@ipn.mx](mailto:hgomezv@ipn.mx) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1820-1877>. Autora de correspondencia.
3. **Diana Priscila Estrella Santiago.** Doctora en Innovación en Ambientes Locales. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. México. Correo electrónico: [destrella@ipn.mx](mailto:destrella@ipn.mx); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1086-7794>.

**RECIBIDO:** 6 de septiembre del 2023.

**APROBADO:** 31 de octubre del 2023.