

Redes y trayectorias en la producción de conocimiento codificado en patentes: El caso de una universidad mexicana

Jaime Aboites Aguilar
Claudia Díaz Pérez

Abstract

This paper explores the main characteristics of the most productive academic teams at Metropolitan Autonomous University (UAM) campus Iztapalapa in Mexico City. Productivity is defined in terms of the number of granted patents. UAM is the fourth patent producer in the country, among academic institutions. Researchers' perceptions about institutional arrangements and policies are related to trajectories, composition and groups' performance. The hypothesis assumes that better performance is associated with group characteristics such as: Density, reciprocity, centrality, internal and external links, students' participation, publications, industry links, and financial support. University patent information was used to characterize and to identify groups through network analysis. Group leaders and team members were interviewed to explore their trajectories, challenges, and the role of institutional and organizational factors related to group performance. Results show that industry links and student participation at the patenting group are important characteristics related to performance.

Se exploran las características de los grupos académicos más productivos en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), campus Iztapalapa. La productividad se define en relación al número de patentes otorgadas. La UAM ocupa el cuarto lugar entre las instituciones académicas del país en relación al número de patentes. Se analiza la percepción sobre los arreglos institucionales, factores organizacionales y la trayectoria de los grupos, su composición y desempeño. La hipótesis plantea que un mejor desempeño está asociado a características del grupo como: Densidad, reciprocidad, centralidad, vínculos, participación de estudiantes, publicaciones, apoyo financiero. Se realizó un análisis de redes a partir de información sobre patentamiento en la universidad, y entrevistas para conocer la trayectoria de los grupos y los factores asociados a la misma. Los resultados muestran que los vínculos con la industria y la participación de estudiantes en el grupo son características distintivas de los grupos de alto patentamiento.

1. Introducción y objetivos

Existe una creciente preocupación por el estudio del patentamiento académico en los países industrializados. Sin embargo, en las economías emergentes este tema ha sido relativamente poco estudiado. El objetivo de este trabajo es explorar las características principales de los grupos de inventores académicos (generadores o productores de patentes) otorgadas en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). La UAM es una universidad pública creada a mediados de los setenta con el propósito de apoyar la diversificación de la oferta educativa en el Distrito Federal. Entre las universidades, institutos y centros de investigación en México ocupa el cuarto lugar a nivel nacional en el patentamiento académico (Ávila, 2010). La investigación que se presenta es un estudio en proceso que caracteriza a los grupos de académicos que patentan. El trabajo se centra en explicar los factores asociados al proceso de producción de conocimiento codificado en patentes.

El estudio del patentamiento académico es un campo relativamente poco explorado ya que inicia a principios de los noventa precisamente en la transición de la universidad orientada al tercer sector (Baldini, 2006). Además de la formación de estudiantes y la producción de

conocimiento, la universidad cobra relevancia por su capacidad de generar conocimiento tecnológico potencialmente comercializable, por su capacidad para resolver problemas de la industria y por tanto para vincularse. En el entorno de restricción económica creciente para la investigación y la formación superior por parte del estado, la vinculación empresa universidad se presenta para las universidades públicas mexicanas como una alternativa para generar ingresos económicos. Sin embargo, esta tendencia ocurre en un debate más amplio donde se cuestiona si la universidad pública debe orientarse a satisfacer las necesidades de las empresas y si esto no contradice la visión de la ciencia abierta y la propia calidad en la formación de los estudiantes (Huang, Feeney y Welch, 2011). En este contexto el análisis sobre las percepciones de las condiciones institucionales y organizacionales que facilitan el patentamiento resulta relevante para entender la trayectoria y composición de los grupos de mayor desempeño.

1.1 Los estudios sobre patentes académicas

En el marco de los estudios sobre el rol de la Universidad en la economía del conocimiento, a partir de principios de los noventa, se identifica un interés creciente por estudiar el patentamiento académico como parte central de los procesos de transferencia tecnológica entre universidad y empresa (Baldini, 2006). Estos estudios se han realizado fundamentalmente desde una perspectiva cuantitativa a partir de la integración de bases de datos que identifican como patentes académicas a aquellas en donde aparece el nombre de investigadores y profesores universitarios, aún cuando el propietario de la patente sea una empresa. Este es un criterio convenido por los especialistas para identificar dentro del conocimiento producido y codificado en patentes, aquel grupo en donde hay aportaciones explícitas por parte de la universidad (Balconi, Breschi y Lissoni, 2004).

Se identifican dos grandes líneas en los estudios sobre patentamiento académico que enmarcan la investigación que se presenta en esta ponencia:

(i) Los estudios que analizan las condiciones institucionales y organizacionales que incentivan o, por el contrario, obstruyen los procesos de vinculación empresa universidad y que incluyen diversos procesos de comercialización del conocimiento: la consultoría, la colaboración con la industria, la formación de estudiantes, la investigación por contrato, redes con practicantes, supervisión conjunta de estudiantes, intercambio de personal, prácticas profesionales, *spin offs*, licenciamiento y patentes universitarias, entre otras (Fini, Lacetera y Shane, 2010; Grimaldia, Kennew, Siegeld y Wright, 2011).

(ii) Los estudios que se centran en el análisis de las características de los grupos y los académicos que participan en los esfuerzos institucionales de comercialización del conocimiento. Estas investigaciones abordan como determinante central los factores individuales que caracterizan a individuos emprendedores y con una alta habilitación académica. Más allá de las condiciones institucionales u organizacionales, los perfiles de los inventores académicos resultan una variable central en el alto patentamiento académico (Chang, Chen y Yang, 2009; Huelsbeck y Lehmann, 2006; Huang, Feeney y Welch, 2011).

En el primer grupo se destacan por ejemplo tres factores que configuran el entorno externo y que se asocian al emprendurismo académico, que incluye el patentamiento. Estos factores son el nivel de consolidación de la oficina de licenciamiento tecnológico, el subsidio por la colaboración entre universidad e industria y la distribución de los ingresos por licenciamiento (Chang, Chen y Yang, 2009). En este ámbito se plantea también que los incentivos externos son un conjunto intrincado de diferentes elementos. Entre los más importantes asociados al emprendurismo académico se identifican los cambios institucionales nacionales, las nuevas regulaciones hacia los derechos de propiedad intelectual y los incentivos orientados a promover la relación universidad - empresa.

También, se consideran fundamentales la cultura particular de las universidades que pueden o no impulsar las actitudes emprendedoras en sus académicos, la calidad de la universidad y el dinamismo económico de la localidad en donde se ubica la institución (Grimaldia, Kenney, Siegeld y Wright, 2011).

En el segundo grupo de estudios se identifican como prioritarios lo que podríamos identificar como elementos internos asociados al patentamiento académico. En este ámbito se identifican como los factores más significativos los siguientes: el perfil emprendedor del equipo de trabajo (Chang, Chen y Yang, 2009), los atributos individuales y la experiencia de los emprendedores académicos (Claryssea, Tartari y Salter, 2011). Algunas de las características estudiadas empíricamente a nivel individual son: el rango del profesor, sus publicaciones y las actitudes que tienen hacia la ciencia abierta (Huang, Feeney y Welch, 2011); la calidad de los profesores medida a través del número de publicaciones, el número de citas y el financiamiento externo, y el número de estudiantes por profesor (Huelsbeck y Lehmann, 2006);

A nivel organizacional el rol de las oficinas de transferencia de tecnología universitaria (OTT) parecen actuar como barreras al patentamiento cuando no tienen suficiente experiencia (Claryssea, Tartari y Salter, 2011). Sin embargo, no hay – en las investigaciones analizadas - evidencia concluyente que muestre que las actividades de las OTT universitarias son muy significativas para generar incentivos para incrementar la actividad inventiva en las universidades (Göktepe-Hultén, 2008). Por el contrario, parece que la motivación individual, el perfil emprendedor y la actitud proactiva y proclive al patentamiento son factores que explican en mayor medida la tendencia a patentar en los inventores académicos (Huang, Feeney y Welch, 2011); las motivaciones, expectativas y percepciones de los científicos; (Göktepe-Hultén, 2008) y la edad de la primera patente (Huelsbeck y Lehmann, 2006), entre otros.

También se plantea que hay áreas de conocimiento en donde la dinámica de la propia especialidad está asociada a una tendencia mayor a que el conocimiento generado en las universidades se patente. Este es el caso de las ciencias biomédicas (Hollingsworth, 2006; Huelsbeck y Lehmann, 2006; Fini, Lacetera y Shane, 2010).

La evidencia identificada no es concluyente. Algunos estudios plantean que quienes patentan en las universidades son los investigadores *senior* o de mayor reconocimiento y madurez que además tienen publicaciones de alta calidad (Huang, Feeney y Welch, 2011). Sin embargo, otros estudios identifican que el patentamiento desincentiva la publicación, particularmente cuando hay contratos o relaciones explícitas con empresas interesadas en las tecnologías con posibilidades de comercialización en el mercado (Baldini, 2006).

El panorama es complejo y la investigación previa no es concluyente, en este marco, esta investigación pretende contribuir a la comprensión de los factores individuales y grupales que caracterizan a los grupos de inventores académicos y de aquellos aspectos asociados a su desempeño.

2. Método

La recolección y análisis de evidencia empírica se ha organizado en tres fases: En la primera se elaboraron directorios de inventores por unidad académica (Azcapotzalco, Iztapalapa y Xochimilco, Cuajimalpa), a partir de las patentes reportadas en la Coordinación General de Vinculación de la UAM entre 1984 y el 2011. Esta primera base de datos permitió identificar a los grupos y a los líderes de los mismos en cada una de las unidades con que cuenta la universidad.

En una segunda etapa, se caracterizaron los diferentes grupos a partir de su composición. Se identificaron investigadores maduros (senior), investigadores jóvenes (junior), estudiantes, participantes externos provenientes de empresas y/o de otras instituciones de investigación o universidades, tanto nacionales como extranjeras. Esta etapa se complementa con un análisis de redes para analizar el número de vínculos, la densidad y el tipo de las mismas. El análisis de redes inicia con la elaboración de una base de datos a partir de los participantes en las diferentes patentes reportadas, analizando de esta manera el comportamiento de las mismas a lo largo del tiempo. Además se elaboraron sociogramas para mostrar gráficamente los vínculos y tipo de red en cada caso. Con el propósito de complementar la caracterización de los grupos se hizo también una búsqueda de las patentes reportadas y de los inventores líderes en las bases de datos del Instituto Mexicano de Patentes y en la oficina de patentes de Estados Unidos, la *United States Patent and Trade Office (USPTO)*. A partir de esta información se identificaron cinco grupos. El grupo A está conformado por aquellos inventores que tienen cinco o más patentes. Se considera a este grupo como de alto patentamiento. Mientras que los grupos B y C se consideran de bajo patentamiento (tienen 3 o 4 patentes), y los grupos D y E se consideran grupos de inventores eventuales (1 o 2 patentes). El total de grupos identificados en todos los campus de la UAM fue de 30.

En la tercera etapa se recolectó evidencia empírica a través de entrevistas abiertas semi-estructuradas. A la fecha se han realizado 30 entrevistas con una duración de entre 1 y 4 horas, además se ha complementado la información a través de comunicaciones vía correo electrónico. Las entrevistas se estructuran alrededor de los siguientes temas: (a) Origen de la invención, (b) Formación e historia académica del inventor, (c) El proceso de creación de conocimiento codificado en patentes: papel de los grupos y redes, colaboración, capacidades a desarrollar, (d) Recursos requeridos para la actividad inventiva: infraestructura, estímulos, apoyos administrativos, recursos humanos, etc., (e) Dificultades e incentivos para hacer una patente, y (f) Fortalezas y debilidades organizacionales e institucionales en el proceso de patentamiento.

3. Resultados y discusión

3.1 La UAM y el patentamiento académico en México

La economía mexicana, como la mayor parte de los países emergentes, es una economía importadora neta de tecnología. En el 2011 por ejemplo, el coeficiente de inventiva (número de patentes de residentes mexicanos por cada diez mil habitantes) fue de 0.94, aunque se ha reportado un mejoramiento del indicador en los últimos años, todavía refleja la baja producción de patentes que existe en el país. Otro indicador relevante es la tasa de dependencia que mide la relación entre el número de patentes solicitadas por extranjeros entre el número de solicitudes de nacionales. Este fue para el mismo año de 12.2 lo que quiere decir que por cada doce patentes solicitadas por extranjeros, un mexicano hizo la solicitud (CONACYT, 2011).

Aboites y Soria (2008) identificaron que a partir de la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio, el patentamiento de residentes mexicanos disminuyó (en términos absolutos y relativos), mientras que las patentes extranjeras en México crecieron sensiblemente. Asimismo Aboites y Díaz (2012) han presentado evidencia que muestra el considerable crecimiento del número de inventores mexicanos en patentes *USPTO* de empresas globales, durante los años posteriores al TLCAN. Se ha explicado también que este desempeño es resultado de un sistema de innovación desarticulado con fallas importantes en el entorno institucional para incentivar el patentamiento en México, siendo

una de las principales causas de este comportamiento la reducida demanda doméstica por tecnología endógena.

En este contexto, la participación de las universidades e instituciones públicas y privadas de investigación y desarrollo como productoras de patentes es menor tanto en relación a los inventores individuales como a las empresas. Entre 1980 y el 2007 las patentes registradas en el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI) pertenecientes a inventores individuales era de 52.6%, mientras que las empresas tenían el 26.4% y las universidades e instituciones de I+D el 21%. Un patrón similar se identificó en la *USPTO* para el mismo periodo, los inventores individuales registraron el 25.1%, las empresas el 15.3% y las universidades e institutos de I+D solamente el 3.4% (Aboites y Soria, 2008: 145).

La evidencia empírica sugiere que, en el caso de México, las universidades están lejos de alcanzar un rol de liderazgo en la producción de conocimiento codificado en patentes como sucede en otros países. Por ejemplo, en Estados Unidos, en el mismo periodo (1980-2007), solo diez universidades generaron un total de 32,945 patentes (Aboites y Soria, 2008). Algunos estudios han señalado que la *Ley Bay-Dohle*, esto es el cambio en las condiciones institucionales y las regulaciones, fueron un factor importante para explicar este crecimiento (Grimaldi, Kenney, Siegel y Wright, 2011).

En el Cuadro 1 se muestran las universidades e institutos de I+D mexicanos más importantes en relación al número de patentes producidas. Se describen tanto las patentes registradas en el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI) como en la *USPTO*. Como institución líder en el registro de patentes a nivel nacional se encuentra el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), mientras que en la *USPTO* el liderazgo lo tiene el Instituto Politécnico Nacional. Se puede observar también que la UAM tiene la cuarta posición en ambas oficinas de patentes a nivel nacional.

Cuadro 1. Universidades e institutos de I+D con mayor número de patentes

PATENTES IMPI			PATENTES USPTO		
Posición	Universidades e Institutos de Investigación	Número de Patentes	Posición	Universidades e Institutos de Investigación	Número de Patentes
1	Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)	162	1	Instituto Politécnico Nacional (IPN)	37
2	Universidad Autónoma de México (UNAM)	85	2	Universidad Autónoma de México (UNAM)	36
3	Instituto Politécnico Nacional (IPN)	56	3	Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)	6
4	Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)	38	4	Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)	6
5	Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE)	35	5	CIATEQ	6

Fuente: Ávila, (2010).

La Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) fue creada en 1974 con tres campus (Azapotalco, Iztapalapa y Xocimilco) en diferentes zonas de la ciudad de México. En el 2005 se crea el cuarto campus o unidad, Cuajimalpa y en el 2009, el campus de Lerma. Entre 1984 y el 2011 a la UAM le habían sido otorgadas un total de 186 patentes por la oficina nacional de patentes (IMPI). De este número de patentes, el 61% ha sido producido en la unidad Iztapalapa, el cual tiene el mayor número de profesores investigadores reconocidos nacionalmente en el SNI con 416 miembros, que representan el 46% del total que tiene la institución (UAM, 2011).

La estructura descentralizada de la Universidad ha generado que algunos grupos de inventores decidan emprender el proceso de solicitud de patente directamente en la rectoría de su campus, mientras que otros han decidido seguir el camino institucional a través de la Rectoría General. También existen casos en donde el inventor decide emprender el proceso de solicitud y registro de manera independiente, esto es, fuera de la universidad. Finalmente es importante señalar que la diversidad de campus que tiene la UAM permite observar el funcionamiento de los grupos en estructuras organizacionales con diferencias importantes, en términos de liderazgo, de flexibilidad y de soporte a los procesos de vinculación empresa-universidad.

3.2 Trayectorias y composición de los grupos de inventores académicos

En esta sección se presentan los resultados del análisis a los grupos de inventores académicos. En particular, se caracterizan las trayectorias de patentamiento. El total de grupos que han participado en la producción de conocimiento codificado en patentes en la UAM fue de 30, integrados por 147 inventores académicos, durante el periodo 1982-2011. En esta investigación el análisis se ha focalizado en cinco grupos representativos porque muestran la diversidad de trayectorias que se pueden observar. Los líderes de los grupos 1, 2 y 3, se clasifican de acuerdo a Gay, Lathan y Le Bas (2005) como inventores prolíficos porque tienen 5 o más patentes. El grupo 4 ejemplifica a los inventores académicos de bajo patentamiento y el grupo 5 es un caso atípico ya que el inventor es un académico de gran liderazgo y reconocimiento internacional con un alto patentamiento, pero las patentes que tiene otorgadas no son patentes propiedad de la universidad. Estas patentes están registradas en la *USPTO* a nombre de una empresa, donde el profesor universitario líder de este grupo, es el principal inventor. Además, este inventor ha participado en la creación de empresas, *star-ups*, a partir de sus invenciones. El papel de la universidad en este caso, ha sido el de facilitador ya que el investigador cuenta con las instalaciones universitarias para desarrollar sus patentes. Sin embargo, la universidad no recibe regalías de las mismas.

Las características de los grupos se organizan en tres niveles: (i) La dimensión interna que incluye la composición del grupo (empresarios, estudiantes, inventores académicos de la propia universidad, e investigadores de otras instituciones académicas); el número total de inventores; e indicadores sobre los vínculos entre los miembros. Los indicadores anteriores se definen desde la perspectiva de la teoría de redes (Burt, 1992; Redner, 1998). Por ejemplo, la densidad es el número de vínculos existentes respecto al número total de vínculos posibles en un grupo; y la intermediación es la posibilidad de que un miembro del grupo sea el intermediario entre dos miembros para que haya transferencia de conocimiento¹. (ii) La dimensión externa permite describir al grupo en relación a los vínculos externos más importantes para la invención (empresa grande, pequeña,

¹ Estas medidas, utilizadas en este trabajo como características de los grupos, se enmarcan en la teoría de redes. En la teoría de redes se evalúan principalmente la cantidad e intensidad de los vínculos desarrollados entre los participantes en un grupo, por lo que permite identificar características relativas a la comunicación, transferencia de conocimiento, entre otras (Burt, 1992; Carayol y Roux, 2009).

instituciones académicas, etc.); la fuente principal de los recursos financieros (empresa grande, pequeña, asociaciones, gobierno, etc.); y la principal fuente de conocimiento reportada por los entrevistados (Empresas, Academia, Mercado). Estos indicadores se definieron a partir de la literatura de vinculación empresa universidad (Leydersdorff y Etzkowitz, 1998; Etzkowitz, 2003) (iii) El desempeño se analiza a partir del número total de patentes solicitadas por el grupo, el número total de patentes otorgadas, el número de patentes otorgadas por integrante del grupo, el porcentaje que representan las patentes de ese grupo respecto al total de las patentes de su departamento de adscripción, el porcentaje de investigadores *senior* respecto al número de investigadores participantes, y el número de estudiantes de la universidad que participan como inventores. Los grupos se clasifican también a partir de la densidad de sus vínculos y se definen tres tipos: los de baja densidad o menor cohesión (cuya densidad es de entre 0 y 40%), los de cohesión media cuya densidad está entre el 41 y el 70%, y los de cohesión alta, que tienen una densidad de entre 71 y 100%² (Ver Cuadro 2).

El grupo 1 cuenta con 14 patentes solicitadas de las cuales 11 han sido otorgadas. A partir de 1991 inician su participación en los procesos de patentamiento. La primera se les otorga en 1995 y durante dos décadas se han mantenido activos. La última solicitud que tienen registrada y que está en proceso todavía es del 2010 Una característica importante de este grupo es que además de los inventores académicos de la UAM cuenta con la participación de estudiantes que han realizado su tesis de licenciatura y/o posgrado y también gente de la empresa como parte del grupo de inventores. Las capacidades de este grupo se desarrollan al identificar un nicho de oportunidad en técnicas extractivas para la minería. Desde los noventa, se construye una colaboración sistemática con la empresa mexicana Peñoles (que es una de las tres empresas nacionales más grandes en el ramo minero) con quien la investigadora líder ha trabajado de manera conjunta, desarrollando capacidades a lo largo de al menos una década. Este grupo es el más numeroso en relación al número y tipo de participantes. A lo largo del tiempo ha contado con 26 integrantes, el 73% de ellos son estudiantes, el 19% profesores de la UAM y el 8% provienen de la empresa con la que se han vinculado. Este grupo muestra una participación recurrente en las diferentes patentes de un profesor y dos estudiantes.

En relación a sus características, este grupo se ha conformado como un grupo cuyos lazos medidos en relación al número de miembros y vínculos potenciales es del 23% (esto equivale a la densidad), por lo que se puede considerar de baja cohesión. El índice de intermediación es del 78% lo que significa que más de las tres cuartas partes de los miembros del grupo solamente están conectadas a través de un tercero. Por otra parte el inventor líder es quien mantiene la relación con todos los miembros del grupo. Aun cuando dos estudiantes y un inventor académico han colaborado en al menos dos patentes con el líder del grupo, se puede considerar un grupo con un alto grado de incidentalidad o de baja cohesión. En relación al desempeño este grupo se considera prolífico (incluido en el grupo A que tienen 5 patentes o más). Sin embargo, al medir el número de patentes por investigador tiene el tercer lugar en relación a los grupos analizados en esta ponencia pero ocupa el primer lugar en relación al número de patentes, mayor porcentaje de patentes respecto al total de su departamento y en cuanto al número de estudiantes graduados. Estas características permiten señalar que este grupo ha logrado generar una vinculación con la empresa que ha impactado positivamente la formación de recursos humanos al interior de la Universidad (Ver Anexo 1, Figura 1).

² La densidad se ha considerado como un indicador de la Fortaleza de los vínculos entre los miembros de un grupo o de una red, permite analizar hasta el nivel de conexión que tienen los participantes. El supuesto fundamental es que a mayor densidad mayor comunicación, mayor transferencia de conocimiento y mayor información (Ver Burt, 1992).

El grupo 2 cuenta con ocho solicitudes de patentes de las cuales tres fueron otorgadas, una fue rechazada, una abandonada y tienen dos más en trámite. La primera patente fue solicitada en 1989 y otorgada cinco años después. La última patente solicitada y en trámite es del 2010. Este grupo ha desarrollado fuertes vínculos con las empresas pequeñas de la localidad. El líder tiene una trayectoria que le distingue por trabajar de manera sistemática con las empresas. En este grupo también hay participantes provenientes del sector productivo, profesores y estudiantes, aunque en menor proporción. Los estudiantes representan el 5%. El 78% de los participantes son inventores académicos del mismo campus y departamento, mientras que 17% de los integrantes provienen del ámbito empresarial. El total de participantes es de 18. Es una red donde casi la mitad de los participantes están vinculados (49%), los miembros están articulados alrededor de un inventor líder (que no necesariamente aparece como el investigador principal en el título de patente). Este grupo muestra una trayectoria de patentamiento constante en la década de los noventa que se vuelve a retomar en el 2004. Este grupo tiene el cuarto lugar, en relación a los grupos analizados en este trabajo, en el número de patentes por investigador, que es de .16, es el grupo con mayor cohesión y también con la mayor intermediación en la relación entre cada dos miembros. Los participantes se han asociado a través de su trabajo en patentes específicas y que no tienen relación entre una y otra, aun cuando dos profesores han participado en al menos dos patentes con el líder. Esta recurrencia en la participación no tiene repercusión en los otros subgrupos. Se le puede clasificar como un grupo integrado para responder a requerimientos concretos alrededor del proceso de conocimiento (Ver Anexo 1, Figura 2).

El grupo 3 tiene seis solicitudes de patentes. Las tres primeras patentes fueron solicitadas en 1993, y se obtuvo el título en dos de ellas en 1997 y el 2003. Al año siguiente (1994) se solicitan dos patentes nuevamente que se otorgan en el 2002 y 2003, respectivamente. La última solicitud registrada es del 2008 y está todavía en trámite. El grupo está integrado por tres inventores académicos. Es la red más pequeña de las cinco que se analizan en este trabajo, en relación al número de integrantes. Este grupo se caracteriza porque aun cuando no tiene una trayectoria de patentamiento continuo, todos los miembros del mismo se han mantenido colaborando en los distintos momentos en que se ha solicitado una patente. El núcleo de la colaboración de este grupo son dos inventores académicos de la UAM-I con un investigador del Instituto de Física de la UNAM³. El número de vínculos que tiene este grupo es de tres, lo que significa que es un grupo completamente cohesionado con una densidad del 100%. No hay intermediación entre sus miembros ya que todos se vinculan con todos y la cercanía es de dos, que es también la cercanía máxima posible en un grupo de tres participantes. Este grupo tiene el 46% de las patentes de su departamento de adscripción pero no tiene reportados estudiantes en los títulos de patentes que ostentan. Los integrantes de este grupo son líderes reconocidos a nivel mundial que iniciaron su trabajo en la ciencia básica. Sin embargo, y a partir de los resultados de su investigación, buscaron que el conocimiento que crearon tuviera aplicación productiva con fines comerciales. Las primeras patentes se derivan del trabajo que realizan en teoría de catálisis pero las dificultades administrativas desincentivaron su participación. Cada uno de los integrantes ha seguido trayectorias muy exitosas de investigación básica y aplicada. Uno de los líderes e este grupo menciona en las entrevistas que primero produjeron el conocimiento básico y a partir de ahí, se generaron las patentes. Este modelo es similar al de la oferta de conocimiento o *Science, Technology and Innovation (Science Push)* (Ver Anexo 1, Figura 3).

³ La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), es la más grande y antigua del país, así como la única que ha aparecido en diversas ocasiones en las evaluaciones internacionales.

El grupo 4 tiene cuatro patentes solicitadas de las cuales solo una está otorgada. La primera patente de este grupo fue solicitada en el año 2000 y otorgada siete años después. Posteriormente solicitaron dos en el 2010 y una más en el 2011, ambas continúan en proceso. Este grupo se clasifica como de bajo patentamiento dentro del conjunto de grupos identificados en la UAM. En este grupo también se identifica un inventor líder que ha participado en el conjunto de patentes registradas en la UAM. Un investigador externo, proveniente de un centro de investigación, ha participado en al menos en dos ocasiones. La colaboración entre ambos se considera como el centro de la red y los demás integrantes se incorporan para colaborar en una cuestión concreta, como los estudiantes. El grupo cuenta con un 55% de profesores universitarios, el 27% son estudiantes y el 18% son académicos de instituciones externas. Es una red con una cohesión media ya que un 42% de sus miembros está vinculado y presenta un índice de intermediación del 66%. El grupo tiene la tercera posición respecto al número de estudiantes participantes respecto a los grupos analizados en este trabajo. Es una red relativamente joven en donde el inventor líder desarrolla su trabajo desde el inicio de su carrera teniendo una visión de investigación aplicada que pueda resolver problemas concretos. Uno de los colaboradores centrales es el que mantiene unidos a dos de los subgrupos más cohesivos (Ver Anexo 1, Figura 4).

Al grupo 5 se le han otorgado siete patentes en *USPTO*. El líder, profesor de la UAM, es un investigador prolífico. Sin embargo, las patentes en las que participa no son propiedad de la universidad. La primera patente que tienen registrada es del 2001 y la última del 2010. Este grupo está integrado por inventores académicos de la UAM (27%), estudiantes de la misma universidad (54%) y participantes provenientes de empresas (31%). Una característica clave de este grupo es la intensa movilidad de los inventores que participan. Únicamente el inventor líder está registrado en todas las patentes, los demás participantes se asocian para un proyecto particular y durante un periodo específico. Así, la recomposición del grupo de inventores es permanente bajo la dirección del inventor líder. Esta experiencia es semejante a lo que Powell y Grodal (2005) han planteado en el sentido de que una red puede verse como una organización temporal, en donde la integración de nuevos miembros, por esporádica que sea, brinda nuevos conocimientos, se comparten experiencias, proyectos y surgen oportunidades de negocio.

El índice de densidad del grupo 5 es de 36% y el de intermediación de 76%. Estos datos muestran que esencialmente es un grupo incidental con una cohesión baja, el inventor líder media las relaciones entre todos los participantes, el total de inventores es de 11 (Ver Anexo 1, Figura 5). El líder del grupo construye sobre sus experiencias previas en Estados Unidos, donde participó en la creación de *start ups* con apoyo del gobierno estadounidense. Esa experiencia la trata de replicar en México y ha logrado la creación de dos empresas. Se define a sí mismo como investigador y como empresario. Tiene un perfil altamente proactivo y sigue patentando y buscando alternativas de vinculación incluso a pesar de señalar la falta de coordinación y adecuación de los programas gubernamentales orientados a apoyar a universidades y empresas en la vinculación y comercialización de tecnología. El inventor académico plantea que el entorno institucional, tanto a nivel del mercado como de las regulaciones, no apoya la invención académica. Sin embargo su caso muestra que el entorno juega un papel secundario en la propensión al patentamiento. En esta línea diversos estudios han señalado que no es claro el efecto del entorno institucional y los factores organizacionales en la orientación a patentar. Se enfatizan, por el contrario, factores como las preferencias y características individuales. Sin embargo, la evidencia no es concluyente hasta ahora (Huelsbeck y Lehmann, 2006; Huang, Feeney y Welch, 2011; Goktepe-Hultén, 2008).

En los diferentes grupos analizados en este trabajo sobresale una referencia continua a las características del perfil individual del inventor académico que tiene como objetivo patentar. El entusiasmo, el interés - al menos por la búsqueda de aplicaciones -, o bien un conocimiento explícito del mercado, la proactividad, el enfrentarse a los obstáculos organizacionales e institucionales y mantener el objetivo, son algunas de las características recurrentes identificadas en las entrevistas. También sobresale que la confianza generada en el grupo y la colaboración resultan fundamentales para generar conocimiento codificado en patentes. Esto se acompaña de relaciones básicamente informales, donde la confianza mutua es un pilar en el trabajo.

En el cuadro 2 se sintetizan las principales características y tipos de vínculos identificados en los grupos analizados en este trabajo. Un análisis inicial permite describir un patrón incipiente, que tendrá que corroborarse una vez que se haya concluido la recolección de la información del conjunto de grupos de toda la institución. Este patrón permite clasificar a los grupos a partir de dos dimensiones: La primera, la densidad, relativa al número de vínculos existentes respecto al número de vínculos posibles al interior del grupo. Se consideran grupos incidentales o de cohesión baja al grupo 1 y 5, ya que presentan una densidad menor al 40%, como grupos de cohesión media se consideran a los grupos 2 y 4, ya que su densidad es de entre 41 y 70%. Finalmente se consideran grupos de cohesión alta solamente al grupo 3, ya que su densidad se encuentra en el rango de entre 71 y 100%. La segunda dimensión es relativa a la mayor o menor orientación hacia la empresa. En dos casos, el grupo 1 y el grupo 5, hay una experiencia concreta de transferencia y vinculación con la empresa por medio de convenios formales, contratos de licenciamiento y creación de *start ups*. En el otro extremo, encontraríamos los grupos más orientados por la creación de conocimiento básico, es el caso del grupo 3.

A la mitad, y también identificados como grupos de cohesión media, estarían los grupos 2 y 4 que, aunque con una orientación hacia la resolución de problemas concretos (investigación aplicada), su relación con las empresas no es tan fuerte como en el caso de los grupos incidentales (1 y 5). Los grupos 1 y 5 plantean explícitamente que su investigación inicia principalmente al identificar problemáticas concretas o a solicitud expresa de las empresas. Además, tienen experiencias documentadas en donde cuentan con la participación de empresas en sus patentes otorgadas (Medellín, 2012). Los grupos 1 y 5 tienen en común, además, que son los que cuentan con el mayor porcentaje de estudiantes registrados en sus títulos de patentes y que sus líderes están dentro del grupo de inventores prolíficos de toda la universidad. El grupo 5 tiene el primer lugar en relación al número de patentes otorgadas entre el número total de miembros del grupo; y el grupo 1, tiene el tercer lugar. Lo mismo sucede en relación al porcentaje de participantes provenientes de la empresa. El grupo 5 reporta un 31% y el grupo 1, un 8%. En ambos casos las patentes además pertenecen a las empresas con las que colaboran y no de la universidad. También el grupo 1 y 5 tienen el más alto porcentaje de patentes otorgadas respecto a las solicitadas del conjunto de grupos analizados en este trabajo, el 78.5 y el 100% respectivamente. Estos hallazgos permiten sugerir que los vínculos formales con empresas, el trabajo sistemático con ellas y la creación de grupos incidentales y *ad hoc* constituidos para cubrir los requerimientos de conocimiento concretos de un proyecto, y un alto involucramiento de estudiantes, es el tipo de grupo que cumple con la trayectoria que parece ser más eficiente en relación al patentamiento.

El análisis presentado coincide con la literatura e investigación previa en diferentes aspectos. Los más importantes son: (i) El papel de habilitador del entorno institucional que, aunque no necesariamente detiene el espíritu académico empresarial (Goktepe-Hultén, 2008; Huelsbeck y Lehmann, 2006), si puede hacer más ineficiente el proceso de

producción de conocimiento codificado en patentes. Aquí vale enfatizar que los investigadores entrevistados señalan que la oficina nacional de patentes, el IMPI, tarda mucho tiempo en analizar las solicitudes de patentes. (ii) Una estructura organizacional flexible es fundamental para incentivar la producción de conocimiento (Amabile et al., 1996) y al parecer, la productividad y desempeño de un grupo que opera bajo una estructura poco rígida, será mayor. En la literatura como en las entrevistas a los investigadores se identifica la flexibilidad como una cualidad fundamental que favorece el trabajo conjunto y sistemático. (iii) El conocimiento como tarea colectiva (Brown y Duguid, 1998; 2001), en donde el grupo y/o red puede colaborar eventualmente pero donde la creación de nuevo conocimiento está asociada a la participación de los diferentes miembros (Blomquist y Levy, 2008; Babu y Singh, 1998). Sobre este tema Powell y Grodal (2005) han planteado que una red puede verse como una organización temporal, en donde la integración de nuevos miembros, por esporádica que sea, brinda nuevos conocimientos, se comparten experiencias, proyectos y surgen oportunidades de negocio.

Cuadro 2. Características y tipo de vínculos de los grupos

Características/ Tipo de vínculos del grupo		Grupo 1. Cohesión baja	Grupo 2. Cohesión media	Grupo 3. Cohesión alta	Grupo 4. Cohesión media	Grupo 5. Cohesión baja
Dimensión Interna	Tipo de organización	Formal	Informal	Informal	Ad hoc	Ad hoc
	Composición*	73% ES 19% PU 8% EM	5% ES 78% PU 17% EM	67% PU 23% PO	27% ES 55% PU 18% PO	54% ES 15% PU 31% EM
	Miembros	26	18	3	11	13
	Densidad**	23%	49%	100%	42%	36%
	Intermediación**	78%	85%	0%	66%	76%
Dimensión externa	Vínculos externos	Empresa grande	Empresas pequeñas	Centros de investigación	Centros de investigación	Empresas
	Fuente de recursos	Empresa Grande	Empresas Asociaciones CONACYT	CONACYT	CONACYT	Empresas CONACYT
	Fuente de conocimiento	Empresas	Empresas	Academia	Academia Mercado	Mercado Academia
Desempeño	Patentes solicitadas	14	8	6	4	7
	Patentes otorgadas y % otorgamiento	11 (78.5%)	3 (37.5%)	4 (66.6%)	1 (25%)	7 (100%)
	Patentes otorgadas por investigador	.42	.16	.66	.09	1.8
	% patentes departamento	64%	25%	46%	13%	-
	SNIs	100%	50%	100%	25%	50%

	Graduados UAM	19	1	0	3	7
--	---------------	----	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia.* ES: estudiantes, PU: profesores UAM, EM: participantes de empresas, PO: profesores o investigadores de otras instituciones

El análisis permite señalar que aún en un contexto institucional adverso, el patentamiento académico se desarrolla a partir de perfiles individuales proactivos, con conocimiento del mercado y con una orientación a resolver problemas aplicados en el ámbito de las necesidades del sector productivo y la empresa. Los grupos más exitosos presentan una composición caracterizada por una alta participación de estudiantes de posgrado como inventores, una participación constante de gente del ámbito empresarial y una densidad relativamente baja, asociada a una movilidad y recambio de los participantes

4. Conclusiones

La investigación sobre patentamiento académico es un campo reciente en los países en desarrollo mientras que en los países industrializados su estudio ha crecido considerablemente. A su vez, permite integrar enfoques diversos para entender el proceso de producción de conocimiento codificado en patentes. Una línea de investigación identificada como eje de la agenda futura está asociada con dos aspectos que esta investigación aborda: Primero ¿Cuál es el impacto de los cambios legislativos, del desarrollo de los mercados de capitales, del empuje tecnológico (*technology push*) en la actividad inventiva?, y Segundo, ¿Las universidades hacen lo suficiente para asegurar que los científicos e ingenieros conozcan y tengan claridad sobre los derechos de propiedad intelectual y el patentamiento? (Grimaldia, Kenney, Siegeld y Wright, 2011).

Esta investigación que ha tenido por objeto de estudio a los grupos de inventores académicos y su actividad de patentamiento en la UAM nos ha conducido a las siguientes conclusiones:

(i) La actividad I+D que conduce a la producción de conocimiento codificado en patentes no es una actividad constante y permanente. En ocasiones se inicia después de que los investigadores han identificado hallazgos que potencialmente pueden ser de utilidad. En otros casos se llega al patentamiento porque hay acceso a incentivos y/o reconocimientos (la minoría de los casos identificados). Pero también, se identifican grupos que tienen como propósito generar conocimiento para desarrollar empresas y satisfacer necesidades específicas en el mercado.

(ii) Los cinco grupos de inventores – académicos que se han analizado en este trabajo, han sido clasificados en tres tipos de acuerdo a sus características: Primero, aquellos formalmente orientados a atender problemas del Mercado y de empresas específicas. Este grupo está caracterizado por una alta participación de estudiantes, el mayor porcentaje de títulos de patentes otorgadas, una gran movilidad y un alto recambio de los participantes coordinado por el inventor líder. Segundo, en el otro extremo se encuentran aquellos grupos que desde la ciencia básica y sin tener receptores empresariales deciden patentar al identificar aplicaciones potenciales. Estos grupos no tienen estudiantes, tampoco participantes empresariales pero son muy cohesivos y constantes. En el medio, encontramos aquellos grupos que aun cuando muestran un conocimiento del ámbito empresarial no han sido tan eficientes en relación al patentamiento. También la variedad de participantes es más limitada, así como la incorporación de estudiantes.

(iii) Se identifican tres *modus operandi* en estos grupos. Primero, el grupo que inicia patentando en *USPTO* y posteriormente llega al mercado nacional. Segundo, los que una vez que protegieron su conocimiento a nivel nacional, identifican oportunidades a nivel

internacional y patentan en segundo lugar, en la *USPTO*. Tercero, los grupos que solo patentan en el mercado nacional a través del IMPI y que no buscan o desconocen las oportunidades de comercialización de sus inventos. En todos los casos tanto la fuente de conocimiento, como la fuente de recursos económicos para los proyectos es diferente. En el primer caso, hay recursos comprometidos de empresas y gobierno y una gran capacidad de negociar la participación de actores diversos. En el segundo caso, se identifica básicamente inversión pública a través de la universidad. En el tercer caso los proyectos son financiados a través de fondos públicos de ciencia básica.

(iv) Los campos tecnológicos (*technological fields*) de las patentes de los grupos analizados se ubican, con pocas excepciones, en sectores tecnológicos que no son de punta (química y mecánica principalmente). Esto sugiere que existe una brecha creciente entre las tendencias internacionales en el patentamiento (tecnologías intensivas en conocimiento) y las patentes de la UAM en el periodo analizado. Es importante señalar que el patentamiento de la UAM, en términos de campos tecnológicos, es semejante al patentamiento nacional. En efecto, se trata de sectores donde México ha tenido fortalezas desde la primera etapa de su industrialización sustitutiva de importaciones (1950-1980), y no ha registrado cambio en el patentamiento como ha sucedido en los países industrializados.

(v) Dos de los grupos de inventores académicos productores de conocimiento codificado en patentes, que presentan el mayor grado de propensión a la vinculación industrial, tienen en común que sus líderes fueron formados en el sistema educativo estadounidense donde ambos afirman - en las entrevistas -, haber aprendido las claves de la vinculación entre universidad e industria. También señalan con énfasis las rigideces institucionales al interior de la UAM y al exterior (CONACYT) como uno de los obstáculos para incrementar la producción de patentes y para la vinculación industrial.

Finalmente, hay que señalar que en todos los grupos se reportan debilidades institucionales en el ámbito regulativo, en los incentivos y en el mercado, así como en el funcionamiento de la oficina nacional de patentes. También se identifican problemas en el ámbito universitario, particularmente en la inexperiencia de la oficina de apoyo (OTT). Por el contrario, se observa que el liderazgo y los perfiles individuales de los inventores, son factores muy significativos para explicar su propensión a patentar. Estos hallazgos se articulan con la investigación previa del campo, pero tendrán que fortalecerse en su documentación.

Referencias

ABOITES, J. y M. SORIA, **Economía del conocimiento y propiedad intelectual: lecciones para la economía mexicana**, México, UAM-X y Siglo XXI, 2008.

AMABILE, T., M., R. CONTI, L., H., COON, J. LAZENBY y M. HERRON, Assessing the Work Environment for Creativity, **Academy of Management Journal**, p. 1154-1184, 1996.

ÁVILA T.B., Producción y apropiación del conocimiento tecnológico en las organizaciones públicas de investigación: análisis del patentamiento académico en México 1984-2009, **Tesis de Maestría en Economía y Gestión de la Innovación**, México, D.F., Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco, 2010.

BABU, A. R. y P. SINGH, Determinants of research productivity, **Scientometrics**, v. 43, n. 3, p. 309-329, 1998.

- BALCONI, M., BRESCHI y LISSONI, Networks of inventors and the role of academia: an exploration of Italian patent data. **Research Policy**, v. 33, p. 127-145, 2004.
- BALDINI, N., University patenting and licensing activity: a review of the literature. **Research Evaluation**, England, v. 15, n. 3, p. 197–207, 2006.
- BLOMQUIST K. y J., LEVY, Collaboration Capability – A Focal Concept in Knowledge Creation and Collaborative Innovation in Networks, **Int. J. Management Concepts and Philosophy**, v. 2, n. 1, p. 31-48, 2006.
- BROWN, J. S. y P. DUGUID, Knowledge And Organization: A Social Practice Perspective, **Organization Science**, v. 12, n. 2, p. 198-213, 2001.
- BROWN, J. S. y P. DUGUID, Organizing Knowledge, **California Management Review**, v. 40, n. 3, p. 90-111, 1998.
- BURT, R., **Structural Holes. The social structure of competition**, USA: Cambridge, Harvard University Press, 1992.
- CARAYOL, N. y P. ROUX, Knowledge flows and the geography of networks: A strategic model of small world formation, **Journal of Economic Behavior & Organization**, v. 71, n. 2, p. 414-427, 2009.
- CHANG, Y.C., YANG, P.H, y CHEN, M.H, The determinants of academic research commercial performance: towards an organizational ambidexterity perspective, **Research Policy**, v. 38, p. 936–946, 2009.
- CLARYSSE, B., TARTARI, V., y SALTER, A., The impact of entrepreneurial capacity, experience and organizational Support on academic entrepreneurship, **Research Policy**, v. 40, n. 8, p. 1084-1093, 2011.
- DEBACKERE, K., Managing academic R&D as a business at KU Leuven: context, structure and processes. **R&D Management**, v. 30, p. 323–329, 2000.
- DÍAZ, C. y J. ABOITES, Knowledge Management Strategies in Public Research Centers: Between Legitimacy and Efficiency: Is there a place for autonomy?, **LAEMOS 4th Conference**, Ajijic, Jalisco, working paper, Marzo 2012.
- DÍAZ, C., Why workers are creative even facing organizational and institutional constraints: the case of Mexican researchers, **Proceedings Asia Pacific Researchers on Organization Studies 2009 Conference**, ITESM, Monterrey, N.L., working paper, 2009.
- ETZKOWITZ, H., Learning form Transition: The Triple Helix as an Innovation System, **Simposio «Knowledge Based Society: a challenge for new EU and accession countries**, Zagreb, Croatia, Oct 23, 2003.
- FINI, R., LACETERA, R. y S. SHANE, Inside or outside the if system? Business creation in academia, **Research Policy**, v. 39, p. 1060–1069, 2010.
- GAY, C., Lathan, W. Y C. Le Bas, Collective Knowledge, Prolific Inventors and the Value of Inventions: An Empirical Study of French, German and British Owned U.S. Patents, 1975-1998, **Working Papers**, number 05-16, University of Delaware, Department of Economics.
- GIBBONS, M., LIMOGES, C., NOWOTNY, H., SCHWARTZMAN, S., SCOTT, P., y TROW, M., **La Nueva Producción del Conocimiento. La Dinámica de la Ciencia y La**

Investigación en Las Sociedades Contemporáneas, Barcelona, Ediciones Pomares-Corredor, 1994.

GOKTEPE-HULTÉN, D., Why and how do scientists commercialize their research? Towards a typology of inventors, **Jena: Jena Economic Research Papers**, n. 71, 2008.

GRIMALDI, R. KENNEY, M., SIEGEL, D., y WRIGHT, M., 30 Years After Bayh-Dole: Reassessing Academic Entrepreneurship, **Research Policy**, v. 40, p. 1045- 1057, 2011.

HE, Z.L. y P.K. WONG, Exploration vs. Exploitation: An Empirical Test of the Ambidexterity Hypothesis, **Organization Science**, v. 15, n. 4, p. 481–494, 2004.

HEINZE, T. y G. BAUER, Characterizing creative scientists in nano-S&T: Productivity, multidisciplinary, and network brokerage in a longitudinal perspective, **Scientometrics**, v. 70, n. 3, p. 812, 2007.

HOLLINGSWORTH, J., The dynamics of American discoveries en **Transformationen des Kapitalismus**, eds. J. Beckert, B. Ebbinghaus, A. Hassel, y P. Manow, Frankfurt am Main/New York: Campus, 361–380, 2006.

HUANG, W.L., FENNEY, M., y WELCH, E., Organizational and individual determinants of patent production of academic scientists and engineers in the United States, **Science and Public Policy**, v. 38, n. 6, p. 463-479, 2011.

HUELSBECK M, y E. LEHMANN, **German University Patenting and Licensing: Legally Prescribed Incentives and Institutional Determinants of University-Industry-Technology-Transfer**, University of Augsburg, Department of Business Administration Chair of Management and Organisation, 2006.

LEYDERSDORFF, L. y H. ETZKOWITZ, The Triple Helix as a Model for Innovation Studies, **Science and Public Policy**, v. 25, n. 3, p. 195-203, 1998.

MARTÍNEZ, M. A., entrevista en **Semanario de la UAM**, v. XIX, n. 12, 2012.

MEDELLÍN C.E., **Construir la innovación: Gestión de Tecnología en la Empresa**, México, Siglo XXI Editores, 2012.

OECD, **SMEs in Mexico. Issues and policies**, USA: Organisation for Economic Cooperation and Development Publishing, 2007.

POWELL, W. y S. GRODAL, Network of Innovators, en **The Oxford Handbook of Innovation**, eds. J. Fagerberg, D. Mowery y R. Nelson, USA: Oxford University Press, p. 56-85, 2005.

REDNER, S., How popular is your paper? An empirical study of the citation distribution, **European Physical Journal**, v. 4, p. 131-134, 1998.

UAM, **Anuario Estadístico 2011**, Coordinación General de Información Institucional, Dirección de Planeación, México: UAM, 2011.

Anexo 1

Figura 1. Grupo 1 Cohesión baja

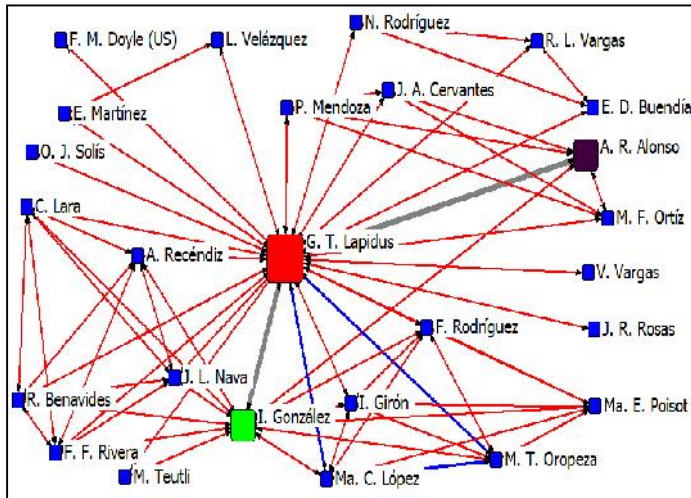


Figura 2. Grupo 2 Cohesión media

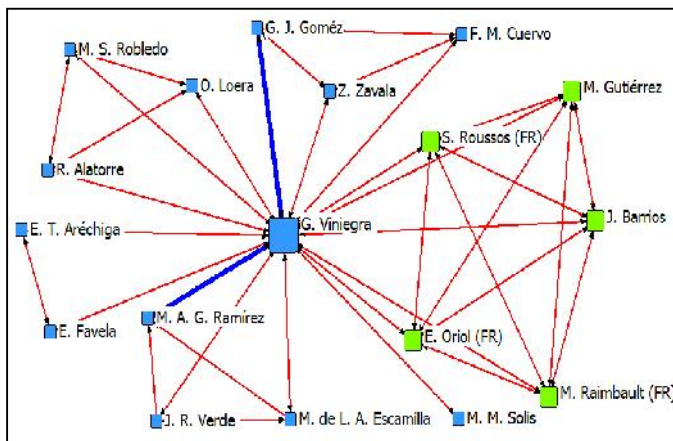


Figura 3. Grupo 3 Cohesión alta

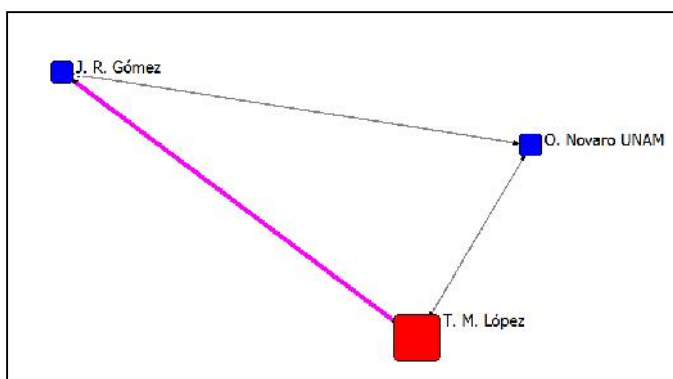


Figura 4. Grupo 4 Cohesión media

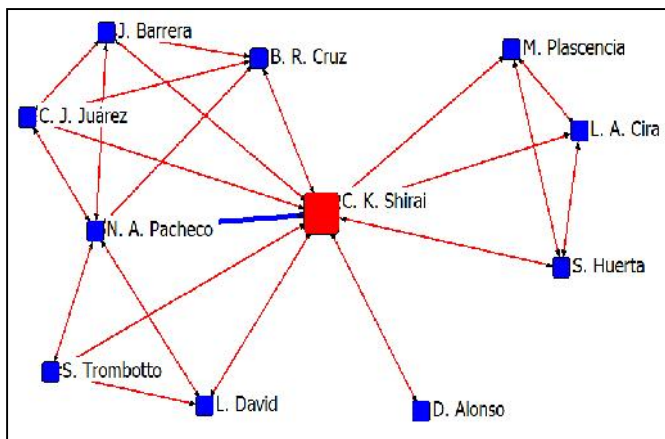


Figura 5. Grupo 5 Cohesión baja

