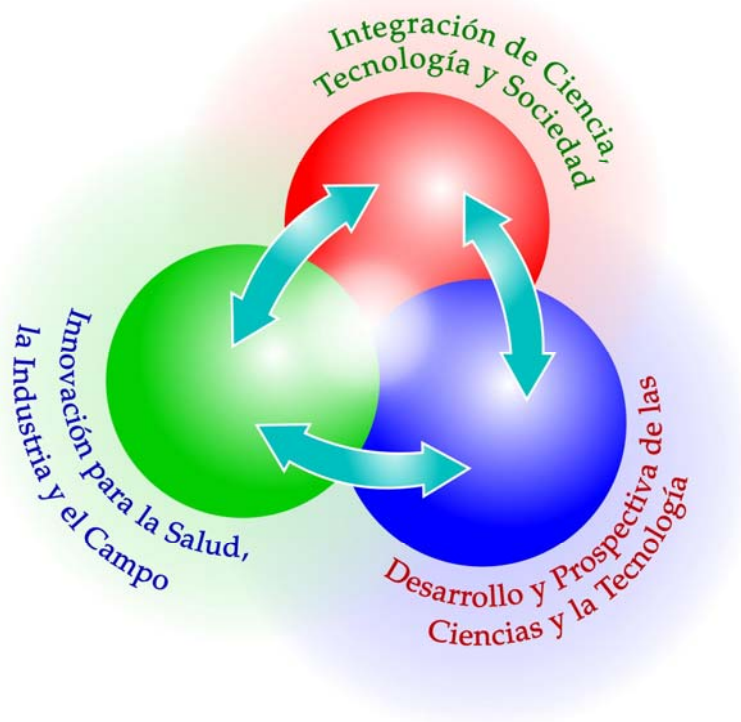


# Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad

## Doctorado Transdisciplinario



### Examen pre doctoral que presenta:

Rafael Marmolejo Leyva

**Título del Trabajo:** "Efectos de la colaboración nacional, institucional y organizacional en el desarrollo del Sistema Nacional de Investigadores"

### Directores de Tesis:

Dra. Claudia N. González Brambila

Dr. Eugenio Frixione Garduño

**ÍNDICE:**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Abstract</b>                                  | <b>3</b>  |
| <b>2. Introducción</b>                              | <b>4</b>  |
| <b>3. Antecedentes</b>                              | <b>5</b>  |
| <b>4. Revisión de literatura</b>                    | <b>7</b>  |
| <b>5. Justificación</b>                             | <b>11</b> |
| <b>6. Objetivo general y objetivos particulares</b> | <b>12</b> |
| <b>7. Metodología</b>                               | <b>12</b> |
| <b>7.1. Hipótesis</b>                               | <b>14</b> |
| <b>7.2. Método</b>                                  | <b>15</b> |
| <b>7.3. Datos</b>                                   | <b>16</b> |
| <b>7.4. Variables</b>                               | <b>18</b> |
| <b>7.5. Modelos de regresión</b>                    | <b>18</b> |
| <b>8. Aportaciones esperadas</b>                    | <b>19</b> |
| <b>9. Cronograma de actividades futuras</b>         | <b>21</b> |
| <b>10. Referencias</b>                              | <b>22</b> |

**Abstract:**

Este estudio examinará si la colaboración externa ya sea nacional, organizacional o institucional contribuye a la creación de conocimiento científico. Utilizando una base de datos del Sistema Nacional de Investigadores que abarca de 1991 hasta 2002 sobre publicaciones científicas en el campo de la Biología y la Química, se analizarán los posibles beneficios de la colaboración a lo largo dos dimensiones: impacto de la colaboración a través del artículo en sí mismo y a través de futuras publicaciones provenientes de científicos colaboradores.

También se realizará un análisis transversal buscando aquellos artículos que nos ayuden a determinar si la colaboración externa tiene un mayor impacto en comparación con aquellos trabajos que se produjeron sin colaboración, para ello se empleará un modelo longitudinal con efectos fijos de los autores tomando en cuenta la heterogeneidad de los individuos.

Esperamos que la colaboración externa sea un elemento que mejore significativamente la productividad de los científicos en términos de publicaciones. Utilizando la Teoría de las Redes Sociales en cuanto a colaboración, analizaremos las fronteras nacionales, organizacionales e institucionales así como el aumento del alcance inmediato de la red interpersonal de un científico. Con esta misma teoría buscaremos si existen vínculos entre comunidades científicas, que generen más conocimiento con lo que se ofrecen nuevas oportunidades de generación y recombinación de ideas.

## Introducción.

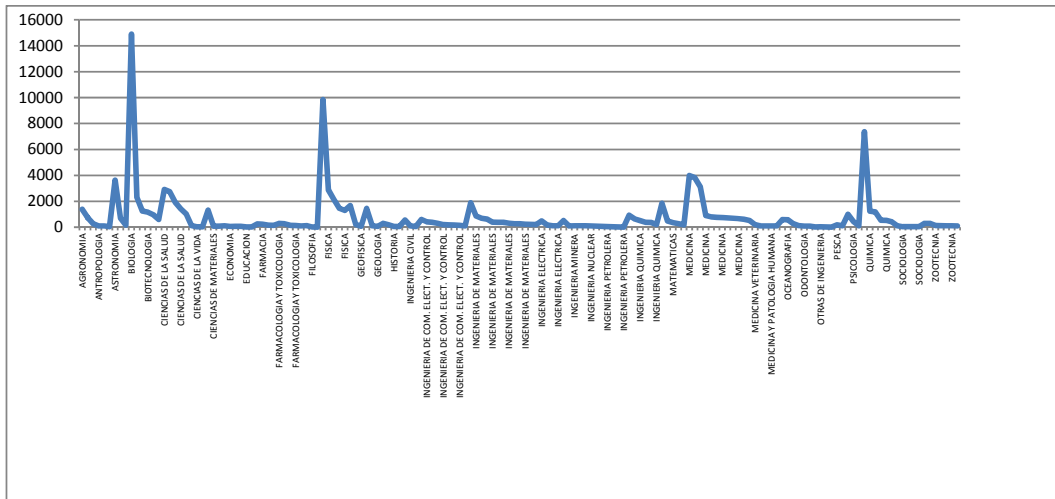
Durante el siglo pasado ha ocurrido un aumento drástico en la colaboración científica entre los individuos, organizaciones y regiones (de Solla Price, 1963; Cronin et al, 2004; Wagner y Leydesdorff, 2005; Wuchty et al., 2007). El crecimiento explosivo y la creciente complejidad del conocimiento científico han hecho imposible el poder dominar todos los conocimientos en un solo campo para cualquier persona o inclusive para una sola organización.

Además, el monto de las inversiones y los recursos necesarios para empujar las fronteras del conocimiento parece que han aumentado también. Al mismo tiempo, disminuir los costos de transporte y las comunicaciones, la aparición y crecimiento del Internet, han facilitado la coordinación de las actividades dispersas en todo el mundo. No obstante, estos factores han llevado a un creciente división del trabajo en la generación de conocimiento (Jones, 2005).

La creación de nuevos conocimientos requiere por lo tanto de la construcción de elementos de conocimiento reunido de diferentes fuentes (Katz y Martin, 1997; Melin, 2000). El resultado ha sido un continuo incremento en la colaboración a lo largo de todas las dimensiones - a través de los individuos, las organizaciones, en todas las regiones, ya sea a través de las fronteras institucionales (Merton, 1973; Beaver y Rosen, 1979; Adams et al, 2005; Jones, 2005).

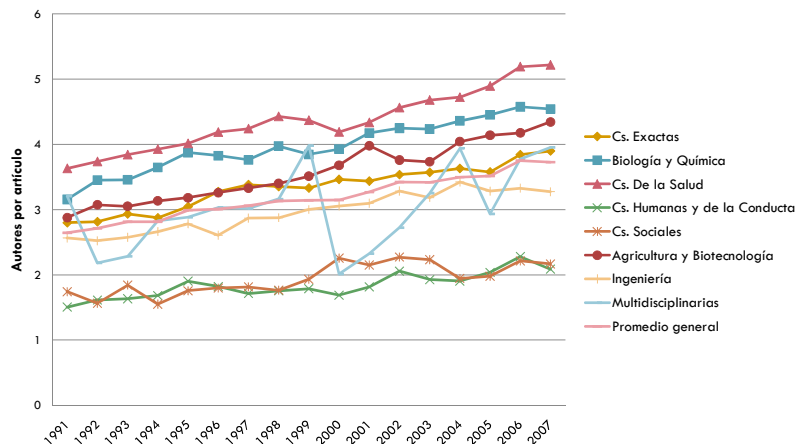
Sin embargo, con el tiempo, la colaboración también parece haber evolucionado hasta convertirse en un valor científico en sí mismo. Se da por sentado que la colaboración sería benéfica en múltiples niveles: las ganancias de productividad para los científicos e investigadores colaboradores, la innovación y el éxito de las empresas colaboradoras y organizaciones, y la creación de conocimiento y el crecimiento económico de los países colaboradores. No es sorprendente que las principales políticas gubernamentales dirigidas a facilitar la investigación científica y tecnológica, tales como el Programa de Tecnología Avanzada y la Fundación Nacional de Ciencias de los EE.UU., y el iniciativas Marco y EUREKA en Europa, han dedicado una gran parte de sus recursos específicamente para promover la colaboración externa a través de la organización, tanto regional como en las fronteras institucionales (Georghiou, 1998).

Los fundamentos de las políticas de fomento de la colaboración, sin embargo, siguen siendo débiles. Tal como se detalla a continuación, una correlación positiva entre la colaboración científica y la creación de conocimiento está bien establecida, sin embargo, hay pocas investigaciones examinando la medida en que la colaboración científica conduce a la creación de conocimiento. Por lo tanto se realizará un análisis longitudinal de los datos a los científicos que publican en revistas de investigación en el campo de la Biología y la Química en México, puesto que según la base de datos del SNI con que se cuenta, son las áreas que en 27 años han acumulado un mayor número de publicaciones o son más prolíficas. Como se muestra en la siguiente gráfica:



Buscaremos las diferencias entre los individuos dentro de cada disciplina, es decir la Biología y la Química, basándonos en un enfoque de efectos fijos y mediante análisis de conglomerados utilizando SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) y STATA para hacer sólo la comparación científica de creación o generación de conocimiento. También se determinará el efecto de la colaboración en el impacto de las citas de un artículo. A su vez trataremos de determinar la colaboración externa buscando se existe algún beneficio significativo y robusto de la productividad de un científico proveniente de la colaboración en términos de nuevas publicaciones en los años inmediatamente después de una experiencia de colaboración. Inclusive, si es que esta colaboración prevalece longitudinalmente o se rompe en algún momento por tratar el investigador original de temas no afines para su contraparte y viceversa.

## Media del número de coautores

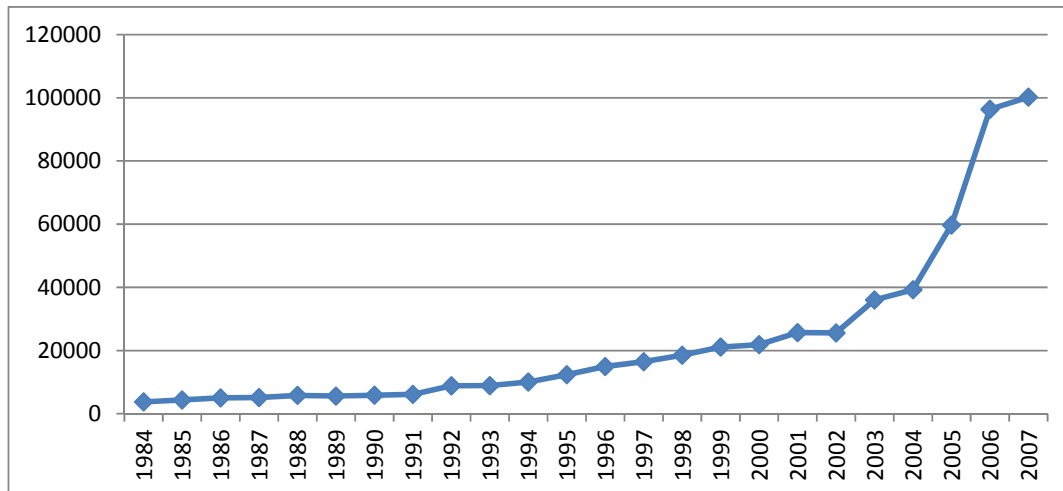


Artículos con menos de 17 autores por artículo

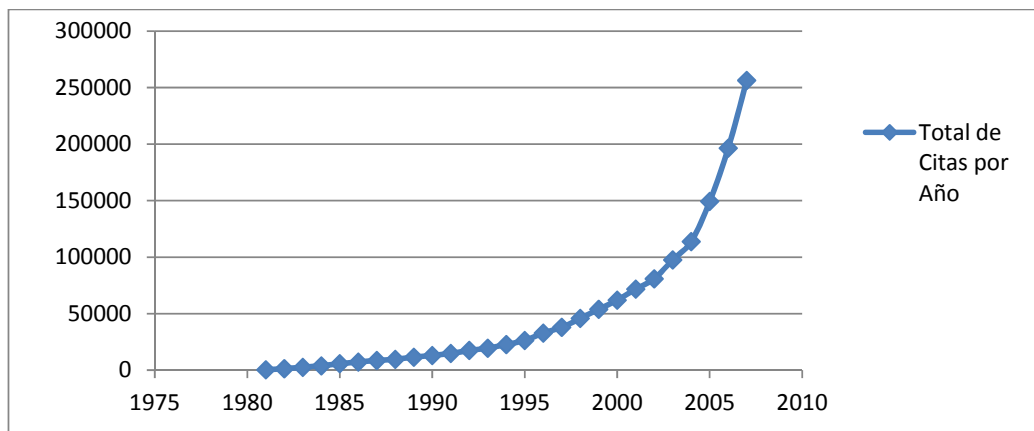
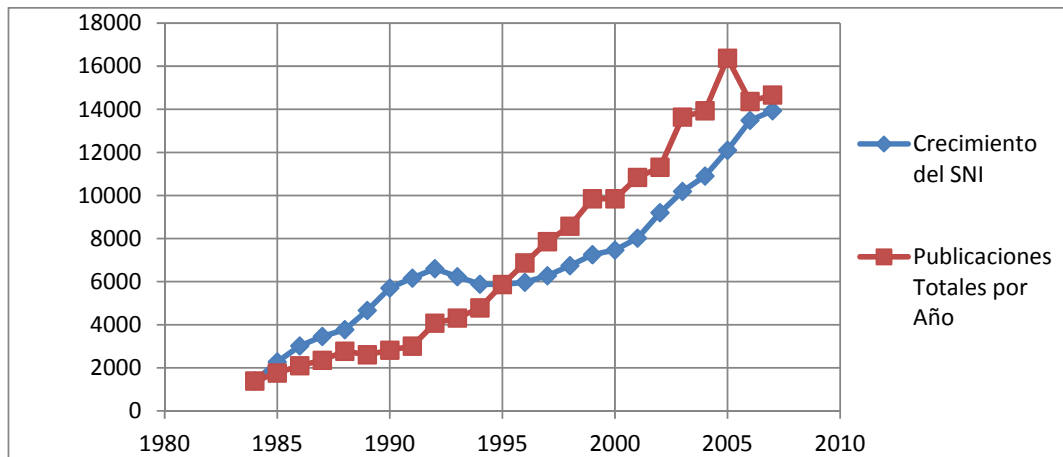
### Antecedentes:

A 27 años de su creación el Sistema Nacional de Investigadores SNI ha logrado evaluar y dictaminar a una gran cantidad de investigadores quiénes reúnen las competencias necesarias para estar al nivel de cualquier investigador de reconocimiento internacional, por lo que el SNI ha logrado consolidarse como institución de gran relevancia. Este hecho fundamental podría estar relacionado con la colaboración científica hoy en día. Recordemos que las intenciones originales que animaron a sus fundadores fue el reconocer a la comunidad de investigadores mediante un esquema de compensaciones salariales para así detener o minimizar la salida de científicos del país, lo cual afirman muchos de sus fundadores (AMC, 2005), se ha cumplido en buena medida. El prestigio del que disfruta el científico cuando se le hace miembro de este Sistema no tiene alternativa o comparación en nuestro país. Vale la pena señalar que desde su creación en 1984, hubo gran interés de muchos investigadores por pertenecer al SNI de tal suerte que la cantidad de investigadores miembros del mismo creció de forma moderada hasta llegar a 6000 investigadores en 2002, pero a partir de éste año, se ha incrementado de manera considerable la pendiente de crecimiento hasta llegar hoy día a los 16598 investigadores del SNI (Padilla, 2010).

Suponemos que este crecimiento, representado en la siguiente gráfica, puede estar relacionado con los efectos de la colaboración científica, que los investigadores adscritos a sus instituciones, han logrado a través de sus publicaciones y trabajos en revistas de alto impacto internacional.



En este sentido, en años más recientes, la colaboración en la investigación se ha transformado en un fenómeno de creciente importancia para los científicos, organizaciones de investigación y los responsables políticos (Narin et al, 1991; Wagner y Leydesdorff, 2005; Cummings y Kiesler, 2007; Bammer, 2008). Existe la suposición de que entre los científicos y políticos la colaboración en la investigación es “algo benéfico” y que debe ser alentado por su impacto en la producción científica en el nivel institucional e internacionalmente hablando. Los responsables de formular las políticas frecuentemente dan por sentado que la colaboración puede incrementar la cantidad de trabajos y también la tendencia a que tales trabajos sean de mayor calidad, por lo que muchos han promovido la colaboración entre los investigadores que regularmente trabaja de forma individual. Este optimismo podría en algunos casos, conducir a “una valoración positiva de la colaboración”. Ver las siguientes gráficas:



### Revisión de literatura:

La condición de la profesión académica puede ser examinada hoy en día con una lente enfocada en las actividades de docencia e investigación dentro de la academia. Las diferentes actividades en las que los académicos trabajan son consideradas regularmente desde tres perspectivas:

1. Los cimientos de la profesión académica (la evolución de las instituciones; la conformación de disciplinas; y los sistemas abiertos).
2. Las dimensiones del profesionalismo académico (los imperativos del trabajo académico; los recintos de cultura; el control de la autoridad; las promesas de la carrera; los lazos de asociaciones).
3. La lógica de cada profesión. A este respecto existen tres juicios en América a saber:
  - a. La hegemonía de los sujetos y las instituciones.
  - b. El doble compromiso de académicos para con los sujetos y con las instituciones, lo cual fortalece en gran medida las fuerzas centrífugas en la profesión.
  - c. Y la naturaleza de las investigaciones y la enseñanza como actividades humanas que promueven la tendencia hacia una vida académica prolífica y duradera.

En este mismo sentido, la forma en que se puede valorar la productividad académica, desde una perspectiva bibliométrica son:

1. Publicaciones y generación de conocimiento por ejemplo, patentes, asistencia técnica, etc.
2. Impacto de los productos del conocimiento (académico y profesional).
3. “La ciencia y la técnica del capital humano” es decir, las trayectorias de carrera y los cambios de campo. La cual versa sobre las capacidades individuales en cuanto a capacitación, conocimiento tácito, habilidades cognitivas, originalidad, inteligencia y su creatividad (capacidad de generación de conocimiento propio).  
También trata sobre aquellos vínculos sociales y los vínculos en redes de conocimiento social, tales como las relaciones con profesionistas involucrados en un ramo de conocimiento compatible y también aquellos vínculos informales (por ejemplo, los conocidos, amigos profesionales. etc.) en resumen trata sobre su capacidad para difundir y utilizar los conocimientos.

Para ello existen modelos convencionales de productividad académica, que son:

1. Centrados en las publicaciones, la cantidad y la calidad a veces
2. Centrados en el uso del análisis de citas y de enfoques bibliométricos (estudios de impacto).
3. Centrados Ciclo de vida.
4. Centrados en la producción de artículos de referencia.
5. Las variables independientes típicas de esta clase de estudios son: sexo, edad y ocupación de campo, patrones de colaboración, educación, etc.

Sin embargo, este tipo de aproximaciones tienen los siguientes problemas técnicos.

1. Conteo normal o fraccionario.
2. Efectos adversos de ordenamiento por parte del autor.
3. Auto-citaciones, citas negativas, revisiones de literatura.
4. Citas en libros,
5. Distinción por nombre o clave.
6. Tendencias de citación según el campo o disciplina.

A continuación se muestra una tabla con los estudios más representativos, las variables involucradas en cada estudio, los campos en que se realizaron dichos estudios y los resultados encontrados:

| Estudio   | Variables Dependientes | Campos y disciplinas | Resultados  |
|---|------------------------|----------------------|---|
| <b>Clemente, F. (1973).</b><br><i>Early Career Determinants of Research Productivity.</i> | Conteo de artículos.   | Ciencias físicas.    | Los mejores predictores: edad de la primera publicación; haber publicado antes del doctorado. |



|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| <b>Wanner, et al. (1981).</b><br><i>Research Productivity in Academia.</i>  | Conteo de Artículos<br>Conteo de Libros | Ciencias sociales,<br>ciencias físicas y<br>biológicas. | Ciencias físicas<br>publican más y tienen<br>normas muy<br>diferentes, no son<br>comparables con las<br>ciencias sociales   |
| <b>Armstrong, (1983).</b>   | Conteo de<br>publicación<br>individual. | Ciencias físicas e<br>ingeniería.                       | El mejor predictor:<br>calidad de la<br>licenciatura (el título<br>de doctor resulta<br>secundario).  |
| <b>Feldt, (1986).</b> <i>The Faculty Cohort Study: School of Medicine</i>   | Apoyos y<br>publicaciones.              | Ciencias físicas.                                       | Las mujeres reciben<br>menos apoyos<br>(publican menos).  |
| <b>Fox, (1991).</b> <i>Gender, Environmental Milieu, and Productivity in Science</i>  | Conteo de<br>publicación<br>individual. | Sociología.   | Altas tasas de<br>rechazo como<br>función de la<br>fragmentación<br>disciplinaria.  |
| <b>Pfeffer and Langdon (1993).</b> <i>The effect of wage dispersion on satisfaction, productivity, and working collaboratively: evidence from college and university faculty.</i> | Conteo de artículos.                    | Ciencias físicas,<br>Ciencias Sociales.                 | Cuanto mayor es la<br>dispersión de los<br>salarios en un<br>departamento,<br>menor es la<br>productividad.   |
| <b>Varian, (1998).</b>  | Conteo de<br>publicación<br>individual. | Ciencias físicas e<br>ingeniería.                       | Las mujeres publican<br>entre un 50-80% de<br>artículos tanto como<br>los hombres.  |
| <b>Keith and Babchuk, (1998-1999).</b> <i>Collaboration in Sociology and Other Scientific Disciplines.</i>  | Clasificaciones<br>departamentales.     | Sociología.   | La reputación pasada<br>mucho más<br>importante que<br>productividad actual.  |
| <b>Gaughan and Bozeman, (2002).</b>   | Apoyos y<br>publicaciones.              | Ciencias físicas.                                       | Las mujeres reciben<br>aproximadamente el<br>mismo número de<br>apoyos, pero en<br>cantidades menores,<br>hasta que se les<br>concede el quinto<br>apoyo (distribución<br>bipolar). |

|  |                                   |    |                                |   |
|--|-----------------------------------|----|--------------------------------|---|
| <b>Dietz, (2004).</b>  | Publicación de artículos          | de | Ciencias físicas,              | Centros de Investigación afiliados son más productivos.   |
| <b>Lee and Bozeman, (2005).</b>                                    | Conteo de publicación individual. | de | Ciencias físicas e ingeniería. | Colaboración positiva para "recuento normal," neutral para "conteo fraccional", las mujeres tienen menos colaboradores. |
| <b>Xie, Y. &amp; Shauman K.A. (2003). <u>Women in science.</u></b> | Publicación de artículos          | de | Ciencias físicas,              | Las mujeres producen menos por la mayor probabilidad de contratación de profesores principiantes.                       |

En el trabajo de Frank Clemente (1973) se estudian los registros de las publicaciones de 2,205 graduados de un doctorado en sociología durante el período 1940-1970. La eficacia predictiva de seis variables independientes: sexo, edad en doctorado, años entre la licenciatura y el doctorado, la edad de la primera publicación, la publicación antes de doctorado, y la calidad del departamento de formación doctoral se evalúa a través de regresiones matemáticas. La séptima variable, es decir, años de doctorado, se introduce en la ecuación de regresión como una variable de control. Los coeficientes estandarizados de la regresión parcial indican que la edad sólo en la primera publicación y la publicación antes de doctorado ejercen importantes efectos independientes sobre la productividad de la investigación. De las cuatro variables independientes restantes, el sexo representa un indicador particularmente débil de la producción en general. Las razones posibles para estos resultados se explican con detalle en el documento.

Wanner et. Al, (1981) comenta que a pesar de que en aquella época un número importante de estudios de la productividad académica se habían acumulado en la última década, la mayoría se centraron en muestras muy limitadas de especialistas en una o pocas disciplinas científicas, lo que hace difícil generalizar los resultados a través de diferentes disciplinas académicas. En su documento, se prueba un modelo que incorpora tanto los factores académicos y no académicos, como elementos importantes para determinar la productividad empleando las muestras de físicos y biólogos, investigadores en ciencias sociales y humanistas tomados por el Consejo 1972-1973 de América del estudio de Educación de la facultad en instituciones de los EE.UU. de educación superior. En sus resultados, se encontró una variación considerable en el proceso de determinación de la productividad tanto en las categorías disciplinarias como dentro de las categorías en las que se comparan productividad de artículo y libros. Sin embargo, lo más relevante fue que se examina la influencia relativa del contexto disciplinario y los atributos de los estudiosos en la productividad. Se pone entonces en evidencia que los físicos y los biólogos disfrutaron más que los investigadores en ciencias sociales y que los humanistas de la productividad del artículo y esto se debe en gran parte a la naturaleza del trabajo o gracias al desempeño de la actividad científica en un medio disciplinario favorable,

mientras que la tasa más baja de productividad entre los humanistas está mucho más determinada por sus atributos.

El trabajo de Pfeffer and Langdon (1993) muestra los resultados de un estudio sobre los efectos de la desigualdad salarial en la satisfacción, la productividad y la colaboración en los departamentos académicos los cuales sugieren que cuanto mayor sea el grado de dispersión de los salarios dentro de los departamentos, menor es la satisfacción de los miembros individuales del profesorado y menor la productividad de la investigación con lo que resulta menos probable que los profesores colaboraren en investigaciones. Los datos están conformados por las respuestas a la encuesta de 1969, de más de 17.000 individuos, realizada por la Comisión de Carnegie a estudiantes y profesores universitarios. Los resultados indican que los efectos negativos de la dispersión salarial en cuanto a satisfacción son mínimos en las personas que están más comprometidos (que tienen más antigüedad) y que se ubican o trabajan en las áreas cuyos paradigmas científicos están más desarrollados y cuando los salarios se basan más en la experiencia y en la productividad académica, pero son mayores para los que ganan comparativamente menos dinero. Además, la dispersión salarial tiene un efecto negativo menor en la satisfacción laboral en las escuelas privadas en las que los salarios son menos propensos a ser conocidos. Los resultados sugieren que la posición de un investigador en la estructura salarial, la disponibilidad de la información acerca de la desigualdad salarial y las bases legítimas de la asignación de recompensas, influyen en el grado en que la dispersión salarial produce efectos adversos.

La investigación de Keith and Babchuk (1999) examina en forma comparativa las tendencias en la colaboración entre los investigadores durante varias décadas y de varias disciplinas científicas. Los resultados sugieren que en sociología específicamente y en ciencias, en general, la tendencia es hacia una mayor colaboración mediante becas. A la vuelta del siglo XX, más del 90 por ciento de los artículos que aparecían en los periódicos principales en física, bioquímica, biología y química eran de autoría individual. Hoy en día, más del 95 por ciento de estos artículos son publicados en colaboración. Lo que quiere decir que aquellas disciplinas asociadas con las ciencias sociales y matemáticas han experimentado incrementos monótonos similares, aunque a un ritmo más lento. Una discusión de explicaciones plausibles se ofrece para este crecimiento observado en la colaboración científica.

### **Justificación**

La literatura anterior ha examinado los beneficios potenciales de la colaboración externa a lo largo de dos dimensiones de la creación de conocimiento. La primera dimensión es el beneficio que la colaboración puede tener en el impacto de los productos resultantes del proyecto de colaboración en sí. Por ejemplo, varios estudios han encontrado una asociación positiva entre la colaboración externa y el impacto de citas de publicaciones científicas (Narin et al, 1991; Katz y Hicks, 1997; Persson et al, 2004; Frenken et al, 2005.; Gittelman, 2006; Wuchty et al, 2007). Del mismo modo, los estudios sobre la base de datos de patentes también han informado de un asociación positiva entre la colaboración trans-regional y el impacto de las innovaciones resultantes (Waguespack y Birnir, 2005; Singh, 2006; Zhao et. Al, 2007). La segunda dimensión sería que la colaboración podría ser benéfica para la creación de conocimiento mediante la mejora de la productividad de los científicos involucrados en estas colaboraciones. Por ejemplo, varios estudios han reportado una asociación positiva entre la colaboración externa y la productividad de una futura publicación derivada de la colaboración científica (de Solla Price y Beaver, 1966; Zuckerman, 1967).

Aunque la literatura existente parece establecer de manera convincentemente una asociación positiva entre la colaboración externa y la creación de conocimiento, es difícil llegar a una

interpretación causal exacta a partir de un análisis transversal que se utiliza normalmente en dichos estudios. Por ejemplo, la asociación podría, en parte, ser el resultado de las características individuales no observables que influyen tanto en la probabilidad de colaboración y en la medida de creación de conocimiento. Una forma de tratar de lidiar con al menos la parte invariante en el tiempo de estas características individuales es el empleo de modelos de regresión longitudinal. Mientras que algunos estudios sobre colaboración conducen sistemáticamente las diferencias a través de las organizaciones con modelos de este tipo considerando niveles de organización de efectos fijos (Gittelman, 2006; Singh, 2006), éstos todavía dejan abierta la pregunta sobre la heterogeneidad de la persona que existe a menudo, incluso dentro de la misma organización. De hecho, el llamado “Efecto Mateo” en individuos con gran capacidad quiénes son buscados de manera desproporcionada para futuras colaboraciones está bien documentado (Merton, 1968; Wagner y Leydesdorff, 2005). Esta preocupación es especialmente relevante en el contexto de la ciencia, ya que los científicos antes que sus empleadores suelen decidir con quién colaborar y con quién no. En el presente estudio, por lo tanto, se emplearán modelos de efectos fijos a nivel de los científicos de manera individual antes que la colaboración de organizaciones.

Existen pocos estudios que han tratado de estudiar de forma explícita la ganancia que se obtiene de la colaboración usando un análisis longitudinal a nivel de los científicos colaboradores. Quizás el estudio más notable de este tipo es el de McFadyen y Cannella (2004), que examinan el historial de publicación de 173 científicos biomédicos de dos universidades. Su estudio muestra que la colaboración a través de organizaciones y colaboraciones a través de la nación resulta menos benéfica que la colaboración al interior de la organización. Sin embargo, desde su estudio analiza la productividad de los científicos que trabajan para dos empresas líderes, las ganancias de la colaboración exterior podría ser menor en este ámbito específico, simplemente debido a su mayor experiencia interna disponible dentro de estas organizaciones. De hecho, un estudio de 67 científicos biomédicos de una universidad en Nueva Zelanda, que probablemente no es un líder mundial en el campo, encuentra que la colaboración externa mejora la productividad científica (He y Campbell-Hunt, 2006).

### **Objetivo general y objetivos particulares**

Objetivo General:

Mediante una base de datos del Sistema Nacional de Investigadores actualizada de 1991 a 2002 y utilizando tres perspectivas: nacional, organizacional e institucional; explorar los mecanismos mediante los cuales la colaboración científica en la Biología y la Química, repercute en la productividad académica. Mediante el análisis de modelos de regresión de Poisson (como comparación) y de Regresión Binomial Negativa.

Objetivos particulares:

Investigar los cambios concomitantes en las redes sociales de los científicos que subyacen como un mecanismo de última instancia (y en algunos casos de primera) para comprender las ganancias observadas a partir de la colaboración externa.

Descubrir si la colaboración a través de las fronteras nacionales, institucionales y organizacionales puede explicar, desde dos perspectivas, el papel que juega la colaboración en la conformación de las redes subyacentes de los individuos. La primera, exponiendo a un científico a los demás, no sólo dentro sino también fuera de su comunidad, suponemos que la colaboración externa aumenta el tamaño sus relaciones interpersonales inmediatas. La segunda sería que la colaboración externa también proporciona la oportunidad para la

creación de nuevos conocimientos a través de nuevas combinaciones de conocimientos existentes dispersos entre diferentes científicas comunidades.

### **Metodología**

La creación de conocimiento es a menudo el resultado de la combinación novedosa de las piezas existentes de conocimiento procedentes de diferentes fuentes (Kogut y Zander, 1992; Nonaka, 1994; Fleming, 2001). Sólo confiar en el conocimiento individual y en las tecnologías familiares podría llegar a ser una limitante en el desarrollo de una organización para el logro de la innovación a través del proceso de recombinación (March, 1991) por lo que se vuelve indispensable comprender cómo se logra la colaboración desde tres diferentes perspectivas:

#### Colaboración trans-organizacional:

Acceder a los conocimientos de otras organizaciones es una limitante por dos motivos; en primer lugar, la experiencia acumulada de la organización y el conocimiento limitan su capacidad para absorber nuevo conocimiento desde el exterior (Nelson y Winter, 1982). En segundo lugar, ya que los empleados de una organización suelen interactuar más con otros dentro de la propia organización, el flujo de conocimiento complejo a través de los límites de la organización puede ser difícil (Kogut y Zander, 1992). Un posible mecanismo para que una organización supere estas limitaciones es la construcción de vínculos externos que le podrían permitir una explotación equilibrada de los conocimientos existentes con la exploración no-local de nuevos conocimientos. Esos vínculos pueden tomar varias formas, tales como consorcios de investigación, empresas conjuntas y alianzas estratégicas.

Las empresas y organizaciones dependen cada vez más en los vínculos externos como fuente de nuevas ideas. Por ejemplo, Tom McKillop (Chief Executive Officer de Astra Zeneca) ha dicho: "El noventa y nueve por ciento de todo lo emocionante que va a suceder sucede fuera de sus propios laboratorios de investigación". Del mismo modo, al respecto del reconocimiento de los beneficios potenciales de la colaboración, AG Lafley (CEO de Procter & Gamble) ha comentado: "Queremos que P & G sea conocida como la compañía que colabora - dentro y por fuera - mejor que cualquier otra compañía en el mundo".

Varios estudios empíricos han informado de un vínculo sólido entre las alianzas tecnológicas formal y la innovación (Mowery et al, 1996; Powell et al, 1996; Hargadon y Sutton, 1997; Walker et al, 1997; Ahuja, 2000; Baum et al., 2000). Si bien la colaboración científica es típicamente menos formal que tales alianzas inter-organizacionales, la extrapolación de los hallazgos de estudios previos sugiere que la colaboración científica podría contribuir a la creación de conocimiento. Rosenkopf y Nerkar (2001) establecen una relación positiva entre el flujo de conocimiento entre las organizaciones y el impacto futuro de la innovación resultante. Dado que la colaboración científica facilita el flujo de conocimiento (Cockburn y Henderson, 1998), que en última instancia, debe también conducir a la creación de mejor conocimiento.

#### Colaboración trans-regional:

Una segunda dimensión de la colaboración externa es la que ocurre a través de fronteras geográficas. La experiencia local de que las distintas regiones geográficas se desarrollan a través de un proceso evolutivo en el tiempo es a menudo distinto pero complementario (Porter, 1990; Nelson, 1993; Cantwell y Janne, 1999). Esto representa una oportunidad para la creación de conocimientos reuniendo experiencia distintiva de diferentes localidades. Sin embargo, la absorción y asimilación de conocimientos dispersos geográficamente se ve dificultada por la difusión del conocimiento localizado también geográficamente (Jaffe et al, 1993; Audretsch y Feldman, 1996; Thompson y Fox-Kean, 2004; Singh, 2007). Esta localización

de la difusión del conocimiento no tiene por qué ser un resultado de la proximidad geográfica per se, es decir, de la sola generalizada y no estructurada difusión de conocimiento a todo el mundo dentro de una región. En cambio, cuando el conocimiento subyacente es complejo o tácito, su difusión requiere a menudo estrechos vínculos (Polanyi, 1966; Hansen, 1999; Sorenson et al, 2006). Así, la localización de la difusión del conocimiento en sí es el resultado de estos vínculos estando principalmente entre los actores en la misma región (Almeida y Kogut, 1992; Singh, 2005). Cuando esos vínculos se ordenan para cruzar las fronteras regionales, la restricción geográfica en el flujo de conocimiento se debilita. Esto hace que los lazos entre las regiones, tales como los desarrollados a través de la colaboración y la movilidad inter-regional, se vuelvan un posible canal para el acceso al conocimiento de fuentes geográficamente distantes (Song et al, 2003; Rosenkopf y Almeida, 2003; Agrawal et al, 2006).

La literatura en la geografía económica ha puesto de relieve la importancia del flujo de conocimiento intra-regional en la creación de una base común de conocimientos regionales que las organizaciones puedan acceder y explotar a través de enlaces localizados. Sin embargo, si estos vínculos son demasiado endogámicos, las organizaciones regionales podrían converger hacia una base de conocimientos idénticos y un comportamiento estratégico, protegiéndolos de las ideas que surjan en el resto del mundo (Poulder y St. John, 1996). Por lo tanto, como los diferentes actores siguen estrategias idénticas y compiten entre sí por los limitados recursos disponibles a nivel local, la aglomeración puede llegar a tener un efecto más negativo que positivo en su rendimiento (Stuart y Sorenson, 2003). La inyección de nuevas ideas a través de enlaces tales como lazos de colaboración con otros lugares puede ayudar a que estas organizaciones se vuelvan diferenciadas y agregan valores de forma única (McEvily y Zaheer, 1999).

Colaboración inter-institucional:

Una tercera dimensión de la colaboración externa es que a través de las fronteras institucionales. Estudios recientes han demostrado que, contrariamente a las preocupaciones expresadas comúnmente, la participación en los asuntos de importancia comercial no necesariamente disminuyen la productividad de la investigación de los científicos (Agrawal y Henderson, 2002; Azoulay et al, 2006). Parece que hay una tendencia creciente de la colaboración entre los diferentes tipos de actores institucionales, como la existente entre las empresas y las universidades (George et al, 2002; Zucker et al, 2002; Adams et al, 2005; Stuart et al, 2007). Por ejemplo, los dos consorcios rivales que emergieron con la secuencia detallada del genoma humano, ambos se valieron de la colaboración a través de varias empresas e institutos de investigación en todo el mundo. Tales vínculos entre instituciones tienen el potencial de reunir el conocimiento que es altamente complementario (Arora y Gambardella, 1990; Furman et al, 2006). Mientras que los vínculos industria-universidad han sido principalmente explorados en términos de su efecto sobre la innovación tecnológica, un razonamiento similar sugiere que la colaboración empresa-no-firma también debe ser benéfica para la generación de conocimiento científico.

### **Hipótesis:**

Resumiendo los argumentos hasta ahora, la colaboración externa ya sea nacional, institucional u organizacional tiene un gran potencial para la creación de conocimiento. Esto podría tener beneficios a lo largo de dos dimensiones - el impacto del artículo en sí proveniente de la colaboración y la productividad futura de los científicos que colaboran. Con lo que se tienen dos hipótesis fundamentales:

**Hipótesis 1:** Las publicaciones científicas resultantes de la colaboración internacional tienen mayor impacto que las nacionales y organizacionales.

**Hipótesis 2:** Involucrarse en trabajos de colaboración aumenta la producción futura de los científicos cuando ésta es internacional que cuando se trata colaboración nacional y organizacional.

**Hipótesis 3:** Involucrarse en trabajos de colaboración aumenta cuando es internacional y/o nacional que cuando sólo se trata de colaboración institucional.

Mientras que la discusión anterior se ha centrado en los beneficios de la colaboración externa, los costos de la colaboración externa podrían eclipsar en la realidad estos beneficios. Quizás el más obvio de estos costos es el relacionado con los viajes, la comunicación y la coordinación a través de las fronteras regionales u organizacionales. Además, es más probable que la colaboración externa enfrente más retos en la transmisión de conocimientos complejos o tácitos a través de fronteras geográficas y organizativas, y que también se enfrente a una mayor falta de voluntad de las partes en términos de compartir sus conocimientos más valiosos. De esta manera, si los beneficios potenciales de la colaboración externa efectivamente realizada existen o no, se trata entonces de una cuestión empírica. Sin embargo, mientras tales costos sean incurridos más como el actual proyecto de colaboración que se está ejecutando, los beneficios del acceso a los conocimientos adquiridos y de la red deben alcanzar a los científicos que colaboran incluso en el largo plazo. Por lo tanto podría esperarse que los factores relacionados con el costo operen en contra de los efectos inmediatos del artículo en colaboración en sí (hipótesis 1) más que en contra de los beneficios a largo plazo en términos de productividad futura de los científicos (hipótesis 2). En otras palabras, una vez que las consideraciones de costos también se tomen en cuenta, el caso de la hipótesis 2, parece ser más fuerte que el caso de la hipótesis 1.

#### **Método:**

Hasta ahora la discusión se ha centrado en si la colaboración externa puede facilitar la creación de conocimiento. Pasemos ahora de la cuestión de la medición de estos beneficios para la comprensión de las causas subyacentes de los beneficios. El individuo más que la organización podría ser una unidad más adecuada de análisis para la comprensión de estos directores, dado que los mecanismos para la creación de conocimiento actualmente operan en el nivel de cómo los individuos se acumulan, se recombinan y crean conocimiento (Nonaka, 1994).

Por lo tanto, el examen de la red de conocimiento subyacente compuesto de vínculos entre las personas puede ayudar a arrojar luz sobre los directores de los beneficios de la colaboración a través de las fronteras nacionales, organizacionales o institucionales. Cockburn y Henderson (1998) muestran que, mientras más relaciones ocasionales formadas a través de la interacción social como asistir a las mismas conferencias pueden influir en el intercambio de conocimientos, la recombinación de producción de conocimiento complejo y tácito en última instancia, descansa mucho más en fortalecer los vínculos interpersonales, como los que se forman a través de la colaboración extendida.

El número y la distribución de las relaciones interpersonales de una persona afecta el rango y la diversidad de los conocimientos dispersos a los que una persona puede acceder (Bonacich, 1987). En la medida en que las relaciones exteriores no crean por completo más lazos dentro de la misma organización o región, la colaboración externa debería aumentar el número de otros científicos en los que una colaboración individual se ha directamente enlazado con ellos. El individuo debe ser capaz de llevar sus proyectos de futuro y no sólo sus habilidades y la experiencia acumulada, sino también los recursos dispersos y el conocimiento accesible a través de estas redes de vinculación. Por lo tanto, tener un mayor número de vínculos directos debe ayudar a la capacidad del individuo de lograr nuevas combinaciones de conocimientos, sacando provecho de los beneficios de la colaboración externa.

Además de la gran cantidad de relaciones interpersonales, lo que también podría ser relevante para la creación de conocimiento es la diferencia a través de vínculos de red en el papel que pueden desempeñar en la transferencia de conocimientos y el proceso de recombinación. En particular, tal como la visión de “agujeros estructurales” de redes sociales sugiere, diferentes vínculos podrían tener contribuciones diferenciales ya que algunos son menos redundantes que otros en términos de permitir la conectividad en la red (Burt, 1992, 2004).

Auténticas redes de científicos han mostrado por se la tendencia de “mundo pequeño”, en la que grupos reducidos de comunidades de individuos están conectados entre sí a través de grafos de individuos (Newman, 2001). Estos límites que abarcan a las personas a menudo juegan un papel fundamental para la difusión del conocimiento generalizado de este tipo de redes (Uzzi y Spiro, 2005; Fleming et al, 2007). Mientras que los científicos en cualquiera de los grupos altamente interconectados dentro de la red de mundo pequeño en general es probable que residan dentro de una única región, configuración organizacional o institucional, las posiciones de los límites de los grafos más a menudo surgen como resultado de los vínculos de la red a través de las fronteras regionales, organizacionales o institucionales. Esta ventaja estructural de ser agentes de conocimiento se ve reforzada por los vínculos externos que también da acceso a un conocimiento más heterogéneo, el cual ofrece un universo más rico de posibilidades de recombinación (Reagan y Zuckerman, 2001; Rodan y Galunic, 2004). Estos argumentos sugieren que la presencia de agujeros estructurales puede ser un importante mecanismo de conducción de las ganancias de la colaboración.

A pesar de que los agujeros estructurales conducen a una mayor flexibilidad y autonomía (Gargiulo et al. 2007), la consiguiente falta de cohesión y confianza hace que sea más difícil acceder a conocimientos y recursos dispersos (Coleman, 1988; Hansen, 1999; Reagan y McEvily, 2003). Además, cuando el conocimiento disperso es lo suficientemente complejo o tácito, con rutas redundantes de la red, en realidad podría ser benéfico en lugar de un desperdicio para la transmisión de conocimiento (Nahapiet y Ghoshal, 1998). En tercer lugar, mientras que los agujeros estructurales podrían facilitar la creación de ideas nuevas, a su vez podrían impedir la difusión e implementación de estas ideas (Obstfeld, 2005; Fleming et al, 2006).

#### **Datos:**

Los científicos que hacen investigación de clase mundial en todo el mundo por lo general tratan de publicar sus trabajos en prestigiosas revistas internacionales (Dasgupta y David, 1994; Stern, 2004). Por lo tanto, los datos sobre el impacto y el número de referencias de publicaciones científicas es útil para medir la creación de conocimiento. Además, la co-autoría de datos de publicaciones científicas también se puede utilizar para deducir la colaboración entre personas, países y organizaciones. Este enfoque tiene la ventaja de ser objetivo, reproducible y práctico para estudios con muestras grandes. Por lo tanto, a pesar de sus limitaciones, los datos co-autoría ha sido reconocido tal vez como la mejor fuente de datos disponibles para estudiar la colaboración científica (de Solla Price y Beaver, 1966; Merton, 1973; Katz y Martin, 1997).

Se analiza el conjunto de hipótesis descritas anteriormente utilizando una base de datos de publicaciones y citas para todos los artículos científicos que tienen al menos un autor de México, publicados entre 1981 y 2002, incluidos en los índices de ciencias y ciencias sociales por el Instituto de Información Científica (ISI) (ISI, 2003). Los datos sobre las publicaciones incluyen información sobre:

- Número de citas



- Fecha de publicación
- Nombre de los autores
- Dirección de información
- Número de coautores
- Área de conocimiento

Además, hemos tenido acceso a la información personal de 14.328 investigadores, en todos los campos del conocimiento, que han sido parte del Sistema Mexicano Nacional de Investigadores (SNI) desde 1991 hasta 2002.

Los datos sobre los investigadores del SNI son:

- Nombre del investigador
- Género
- Área de conocimiento
- Número de artículos publicados en ISI

Dado que carecemos de la información personal de los investigadores fuera del sistema SNI, y reconociendo las grandes diferencias de productividad entre las áreas del conocimiento (González-Brambila y Veloso, 2007), el análisis contenido en este documento se limita a una muestra de 1833 investigadores de la disciplina de Biología y 673 investigadores de la disciplina Química, incluidos en el área de Ciencias Exactas que han sido parte del SNI por lo menos un año entre 1991 y 2002.

Elegimos estas disciplinas, ya que se encuentran entre las que poseen un mayor número de publicaciones en México en términos de número de publicaciones en ISI (González Brambila y Veloso, 2007). Además, la mayoría de los investigadores en esta área del conocimiento está trabajando en la academia y son miembros del SNI (De la Peña, 2003). Por lo tanto, tenemos una red relativamente completa y México, ya que forman parte del SNI y la mayoría de los investigadores tienen el mismo incentivo para publicar, independientemente de su afiliación institucional. Estos investigadores también están muy concentrados en unas pocas instituciones (De la Peña, 2003), y que tienden a no moverse, una característica general del sistema en México. Esto es importante porque los cambios de institución podrían deberse a eventos pasados así como a las expectativas en el incremento de la productividad, es decir, una nueva ubicación cambia, por ende, el ambiente al que se expone el investigador afectando con ello sus redes de colaboración. Esto podría conducir a una causalidad inversa de la evaluación del impacto de las variables de dicha red, en particular en la productividad de los investigadores. Por lo tanto, se podría argumentar que este estudio no se ve muy afectado por este problema.

También es importante destacar que todos los autores en las publicaciones de México fueron considerados para establecer las variables de la red utilizada en la estimación. Sin embargo, el análisis focalizado y las conclusiones están asociados a las redes en las que investigadores del SNI en Ciencias Exactas participan. Cabe señalar que los investigadores mexicanos que forman parte del SNI, publican más de 90% del número total de publicaciones mexicanas en ISI (CONACyT, 2003).

La co-autoría en las publicaciones ISI se utiliza para medir las relaciones. Melin y Persson (1996) encuentran que una proporción significativa de la colaboración científica conduce a que los documentos y publicaciones en co-autoría en el ISI sean la medida más común de la productividad científica (Levin y Stephan, 1991; Stephan y Levin, 1997; Turner y Mairesse 2003; González -Brambila y Veloso 2007). Sin embargo, una importante limitación del uso de esta medida es que no cuantifica directamente el contacto real entre las personas (las redes subyacentes). Por un lado, no todas las colaboraciones terminan en una publicación en el ISI, y por el otro, hay otras salidas, tales como libros, capítulos de libros, actas, patentes, y publicaciones no indexadas en ISI, que forman parte de la producción de los investigadores y que pueden ser el resultado de la colaboración entre los investigadores, y los que no se reflejan en nuestra base de datos.

También hay otras formas de colaboración que un estudio de bibliometría no sería capaz de revelar. Sin embargo, mediante el uso de esta medida se evita el sesgo subjetivo de las entrevistas y seríamos capaces de considerar una muestra amplia y casi completa en lugar de individuos y sus colaboradores. Además, los datos obtenidos mediante co-autoría tienen la ventaja de ser objetivos y reproducibles para los estudios de muestras grandes, y tal vez una de las mejores fuentes de datos disponibles para el estudio de la colaboración científica (Katz y Martin, 1997).

#### **Variables.**

Variable dependiente:

Definimos como variable dependiente el impacto de citación como el número de todas las citas recibidas por un trabajo futuro de investigación, incluyendo aquellas realizadas por artículos fuera del campo de la Biología y la Química. Sabemos que esta puede resultar una medida imperfecta ya que la cita puede provenir de personas físicas como un asesor de proyectos, un jefe de laboratorio o un amigo. Sin embargo, las citas siguen siendo el mejor índice disponible sobre el impacto relativo de diferentes artículos (Cole, 2000; Merton, 2000).

Variables independientes:

La primera variable será la colaboración nacional (trans-regional), dicha variable es un indicador importante si y sólo si el artículo de referencia implica la colaboración entre varios países. La segunda variable será la colaboración entre organizaciones que se define como una variable indicadora sobre la colaboración entre las organizaciones. La tercera variable será la colaboración empresa-institución. También se define una variable relacionada con las empresas de sólo el artículo como un indicador de los artículos que sólo implican los autores de una o más empresas, con la categoría omitida por lo tanto, siendo los artículos que sólo implican los autores de los no-empresas.

#### **Modelos de regresión:**

Debido a que la variable dependiente proviene de datos de conteo, el análisis de regresión sobre la base de mínimos cuadrados ordinarios resultaría inapropiado, además, el tipo de resultados que se esperan en el futuro son una variable aleatoria discreta que puede determinarse probabilísticamente en el tiempo así que una prueba estadística que se ajusta mejor es la regresión binomial negativa, que inclusive sería más apropiada que una prueba con el modelo de Poisson (Cameron y Trivedi, 1998).

Para que sean comparables con las investigaciones previas, las regresiones de referencia se basarán en un análisis conjunto (grupal) de la muestra de artículos. Para contabilizar la heterogeneidad no observada entre los científicos se empleará la especificación de efectos

aleatorios. Sin embargo, todavía podría existir un sesgo ya que es probable que los efectos individuales no observados se correlacionen con las variables independientes, dado que los mejores científicos sistemáticamente difieran en cuanto a colaborar de manera externa. Para tener en cuenta esta posibilidad, se emplea un modelo de regresión de efectos fijos. Todos los modelos emplean efectos fijos en los años para contar las diferencias en la ventana de tiempo observada para las citas futuras así como también sobre cualquier tendencia de tiempo en la frecuencia de citación.

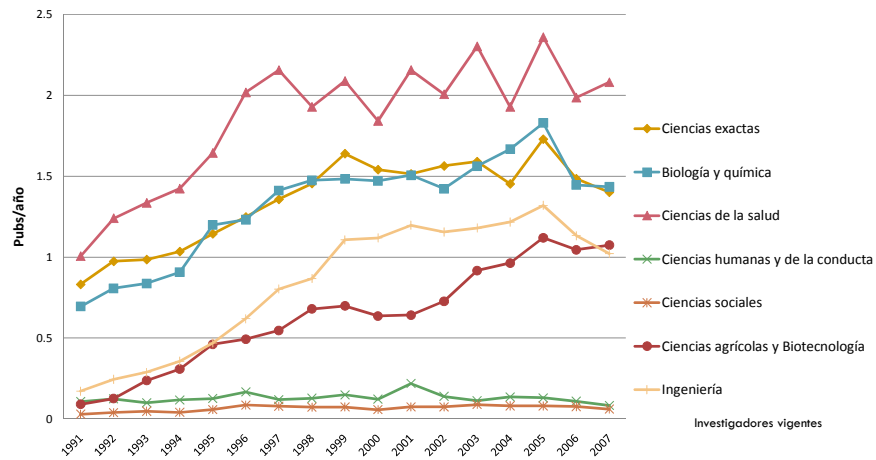
### **Aportaciones esperadas**

A diferencia de estudios anteriores que normalmente se centran en las dimensiones de la creación de conocimiento el impacto de este trabajo se centra en dos dimensiones. La colaboración interna e interinstitucional (que implica colaboración externa) en la que solo se analizará un tipo de colaboración externa, que al mismo tiempo nos permitirá examinar los diferentes tipos de colaboración externa en todos los países para las disciplinas seleccionadas y a través de las organizaciones traspasando las fronteras institucionales al mismo tiempo. Esto es fundamental para la inferencia estadística correcta. Por ejemplo, si entre países la colaboración no se ha contabilizado, colaborando a través de las organizaciones podría ser benéfico, en parte, porque la colaboración científica transnacional es más probable que la colaboración dentro de los países que implica la colaboración entre diferentes organizaciones al interior del país.

Así pues, empleando la Teoría de Redes Sociales examinaremos por qué la colaboración externa es benéfica para la creación de conocimiento. Puesto que los lazos de colaboración entre los científicos pueden ser canales para el flujo de conocimiento e integración; nuestra hipótesis es que los beneficios observados de la colaboración a través de la nación y entre organizaciones o empresas o la colaboración de firma o no podría ser conducido por cómo esta colaboración da forma a las redes científicas. En lugar del enfoque comúnmente empleado para examinar la integración social de una organización en la red inter-organizacional, se prefiere examinar los cambios en las redes interpersonales subyacentes como el mecanismo fundamental detrás de las ganancias observadas a partir de la colaboración externa.

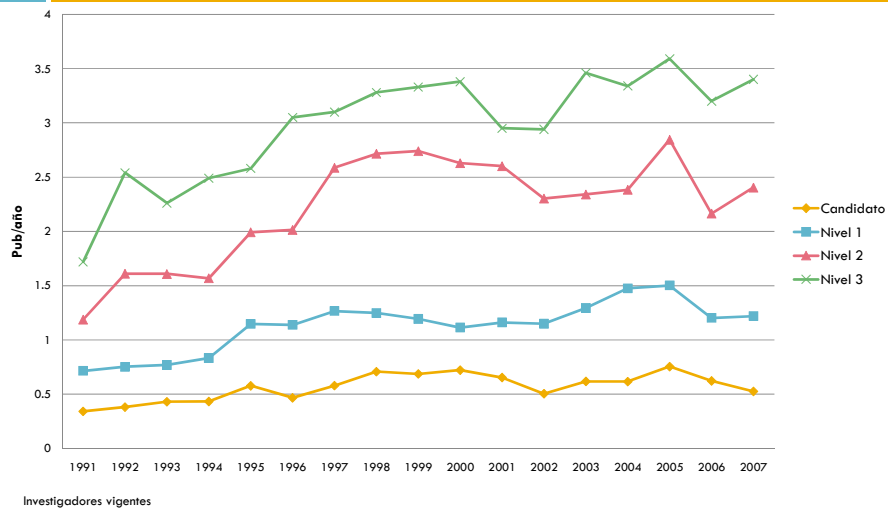
Una aportación metodológica de este estudio es por lo tanto el enfoque multi-nivel, en el que se examinarán las redes de personas que subyacen como apoyo para explicar regularidades empíricas observadas utilizando la organización como unidad de análisis.

## Evolución de la media de publicaciones de SNIs por área del conocimiento

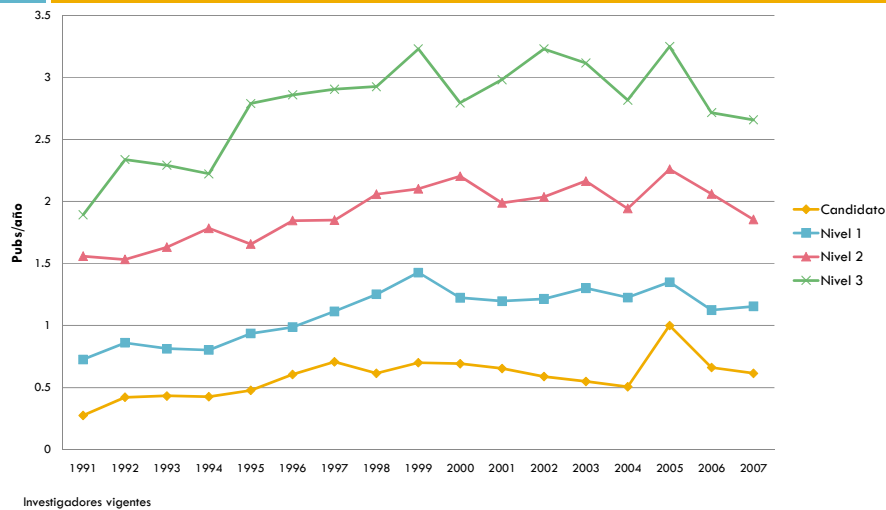


La disminución más grande se observa en Cs. Exactas, Biología y Química, e Ingeniería

## Evolución de la media de publicaciones Biología y Química



## Evolución de la media de publicaciones Ciencias Exactas



También es probable que en el futuro lleguemos a una comparación de los resultados del presente trabajo con otras áreas, en cuanto a la forma de colaborar y los efectos que dicha colaboración tienen en materia de productividad. Observemos los tres gráficos anteriores que muestran cierta similitud de las medias de las publicaciones entre Biología y Química con Ciencias Exactas. Bien podríamos abordar esta situación utilizando modelos econométricos como el propuesto en el presente trabajo (Brambila, 2005).

### Cronograma de actividades futuras

|   |                     |
|---|---------------------|
| 1. Estandarización de la base de datos.   | Enero-Abril de 2012 |
| 2. Regresión Binomial Negativa de toda la población. Sobre Artículos.   |                     |
| 3. Utilizando SPSS en las disciplinas de Biología y Química: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de bases con artículos, citas y colaboración en cada disciplina.</li> <li>• Determinación de una muestra aleatoria en cada caso.</li> <li>• Regresión Binomial Negativa en la disciplina Química. Sobre</li> </ul> | Abril-Junio de 2012 |

|   |                              |
|---|------------------------------|
| Artículos, citas y colaboración.  |                              |
| 4. Análisis de colaboración. Integración de datos y análisis estadístico. | Junio-Septiembre de 2012     |
| 5. Conclusiones parciales.  | Septiembre-Noviembre de 2012 |

#### Referencias:

**Adams, J.D., et. Al (2005).** *Scientific Teams and Institutional Collaborations: Evidence from U.S. Universities, 1981-1999.* Research Policy. 34 (3) 259-285.

**Agrawal, et. Al. (2002).** *Putting patents in context: Exploring knowledge transfer from MIT.* Management Science 48(1): 44-60.

**Ahuja, G. (2000).** *Collaboration Networks, Structural Holes, and Innovation: A Longitudinal Study.* Administrative Science Quarterly. 45 (3) 425-455.

**AMC, (2005).** *Una reflexión sobre el sistema nacional de investigadores a 20 años de su creación.*

**Arora, A., A. Gambardella. (1990).** *Complementarities and external linkages: the strategies of large firms in biotechnology.* Journal of Industrial Economics 38(4): 361-379.

**Audretsch D.B., P.E. Stephan. (1996).** *Company-scientist locational links: The case of biotechnology.* American Economic Review 86(3): 641-652

- Azoulay, P., et. Al (2006).** *The impact of academic patenting on the rate, quality, and direction of (public) research output.* Mimeo.
- Babchuk, N., and A. Bates. (1962).** *Professor or Producer: The Two Faces of Academic Man.* *Social Forces* 40 (March): 341-44
- Bammer, G., (2008).** *Enhancing research collaborations: three key management challenges.* *Research Policy* 37 (5), 875–887.
- Baum, J. A. C., et. Al (2000).** *Don't go it alone: alliance network composition and startups' performance in Canadian Biotechnology.* *Strategic Management Journal* 21:267-294.
- Beaver, D. R. Rosen. (1978).** *Studies in Scientific Collaboration: Part I - The Professional Origins of Scientific Co-authorship.* *Scientometrics.* 1 (1) 65-84
- Bonacich, P. (1987).** *Power and centrality: a family of measures.* *American Journal of Sociology* 92(5): 1170-1182.
- Bozeman, B. (2006).** *Design and the management of multi-institutional research collaborations: Theoretical implications from two case studies.* *Research Policy* 35 (2006) 975–993
- Burt, R.S. (1992).** *Structural Holes: The Social Structure of Competition.* Cambridge: Harvard University Press.
- Cameron, A.C., and P.K. Trivedi. (1998).** *Regression Analysis of Count Data.* New York: Cambridge University Press.
- Cantwell, J.A., O. Janne, (1999).** *Technological globalisation and innovative centres: the role of corporate technological leadership and locational hierarchy.* *Research Policy* 28:119-144.
- Clemente, (1973).** *Early Career Determinants of Research Productivity.* *American Journal of Sociology*, Volume 79, No. 2, pp. 409 - 419.
- Cockburn, I.M., R.M. Henderson. (1998).** *Absorptive capacity, coauthoring behavior, and the organization of research in drug discovery.* *Journal of Industrial Economics* 46(2): 157-182.
- Cole, J. R. (2000).** *A short history of the use of citations as a measure of the impact of scientific and scholarly work.* In B. Cronin & H. B. Atkins (Eds.), *The Web of Knowledge: A Festschrift in Honor of Eugene Garfield* 281-300. Medford, NJ: Information Today.
- Coleman, J.S. (1998).** *Social Capital in the Creation of Human Capital.* *American Journal of Sociology.* 94 95-120.
- CONACYT. (2003).** *Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas 2002, Mexico.*
- Cronin, B., D. Shaw, K. La Barre. (2004).** *Visible, less visible, and invisible work: Patterns of collaboration in 20<sup>th</sup> century Chemistry.* *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 55(2): 160-168.

**Dasgupta, P., P. David. (1994).** *Towards a new economics of science*. Research Policy 23: 487-521.

**De la Peña, J.A. (2003).** *La Ciencia en México*. AMC

**Dutrenit, G. (2010).** *The Mexican national innovation system: structures, performance and challenges*. MPRA Paper No. 31982, posted 03. July 2011 / 04:44

**de Solla Price, D.J. (1963).** *Little Science, Big Science*. Columbia, New York.

**de Solla Price, D.J. and Beaver, D.B. (1966).** Collaboration in an invisible college. *American Psychologist*, 21(1): 1011-1018.

**Feldt, B. (1986).** *The Faculty Cohort Study: School of Medicine*. Ann Arbor, Michigan: Office of Affirmative Action.

**Fleming, L., et. Al. (2007).** *Collaborative Brokerage, Generative Creativity, and Creative Success*. Administrative Science Quarterly. 52 (3) 443-475.

**Fox, M.F. (1991).** *Gender, Environmental Milieu, and Productivity in Science*. pp. 188-204. in Zuckerman H., Cole J.R. and Bruer J.T. (eds). *The Outer Circle. Women in the Scientific Community*. New York : W W Norton & Company.

**Frenken, K., et. Al (2005).** *The citation impact of research collaborations: the case of European Biotechnology and Applied Biology (1988-2002)*. *Journal of Engineering and Technology Management*.

**Furman, J., et. Al (2006).** *Public and Private Spillovers, Location & the Productivity of Pharmaceutical Research*. *Annales d'Economie et de Statistique*, forthcoming.

**Gargiulo, et. Al. (2007).** *Information dependence and individual performance in knowledge intensive organizations: The contingent effect of network structures*. Mimeo.

**Gaughan, Monica and Barry Bozeman. (2002).** *Impacts of Research Grants and Institutional Change on Scientists' Careers: Comparing Center Funding with "Small Science" Grants*. *Research Evaluation* 11:17-26.

**George, G., et. Al (2002).** *The effects of business-university alliances on innovative output and financial performance: a study of publicly traded Biotechnology companies*. *Journal of Business Venturing* 17:577-609.

**Georghiou, L. (1998).** *Global Cooperation in Research*. *Research Policy* 611-626.

**Gittelman, M. (2006).** *Does geography matter for science-based firms? Epistemic communities and the geography of research and patenting in Biotechnology*. *Organization Science*, forthcoming.

**Gonzalez-Brambila, C., y Veloso (2007).** *The Determinants of Research Output and Impact: A Study of Mexican Researchers*. *Research Policy*. 36 (Sep) 1035-1051



- Gonzalez, C. (2005).** *Thesis Exploring Academic Scientific Productivity for the Design of Public Policies.* Public Policy.
- Hansen, M.T. (1999).** *The Search-Transfer Problem: The Role of Weak Ties in Sharing Knowledge across Organization Subunits.* Administrative Science Quarterly 44 (1) 82-111.
- Hargadon, A. et. Al. (1997).** *Technology Brokering in a Product Development firm.* Administrative Science Quarterly. 42 (4) 716-749.
- He, Z. and C. Campbell-Hunt. (2006).** Collaborate for Knowledge Creation: A Longitudinal Study of Biomedical Scientists. Mimeo.
- Institute of Scientific Information, ISI (2003, April 18).** *National Citation Report for Mexico. Articles from ISI database years 1981-2002 cited in the period 1981-2002.* Citing and cited papers are included. Project 2487.
- Jaffe, A., M. Trajtenberg, R. Henderson. (1993).** *Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced from Patent Citations.* Quarterly Journal of Economics. 108 (Aug) 557-598.
- Jones. B.F. (2005).** *The Burden of Knowledge and the 'Death of the Renaissance Man': Is Innovation Getting Harder?* NBER Working Paper 11360.
- Katz, J.S., D. Hicks. (1997).** *How Much is a Collaboration Worth? A Calibrated Bibliometric Model.* Scientometrics. 40 (3) 541-554
- Katz, J.S., B.R. Martin. (1997).** *What is Research Collaboration?* Research Policy 26 1-18.
- Keith, B. (1999).** *The institutional context of departmental prestige in American higher education.* American Educational Research Journal. 36: 409–445.
- Keith, B., and Babchuk, N. (1998).** The quest for institutional recognition: a longitudinal analysis of scholarly productivity and academic prestige among sociology departments. Social Forces 76: 1495–1533.
- Kogut, B., U. Zander. (1992).** *Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology.* Organization Science 3(3): 383-397.
- Langdon and Pfeffer (1993).** *The Effect of Wage Dispersion on Satisfaction, Productivity, and Working Collaboratively: Evidence from College and University Faculty.* Administrative Science Quarterly. 38. (1993) pp. 382-407.
- Lee, S., B. Bozeman. (2005).** The Impact of Research Collaboration on Scientific Productivity. Social Studies of Science. 35 (5) 673-702.
- Levin, S., P. Stephan. (1991).** *Research Productivity Over the Life Cycle: Evidence for Academic Scientists.* The American Economic Review. 81 (Mar) 114-132.
- March, J.G. (1991).** *Exploration and exploitation in organizational learning.* Organization Science 2: 71-87.

- McEvily, B. & Zaheer, A. (1999).** Bridging ties: A source of firm heterogeneity in competitive capabilities. *Strategic Management Journal* 20: 1133-1156.
- McFadyen, M.A., A.Cannella. (2004).** *Social Capital and Knowledge Creation: Diminishing Returns of the Number and Strength of Exchange Relationships.* *Academy of Management Journal.* 47 (5) 735-746.
- Melin, G., (2000).** Pragmatism and self-organization research collaboration on the individual level. *Research Policy* 29: 31-40.
- Melin, G., O. Persson. (1996).** *Studying Research Collaborations using Co-authorship.* *Scientometrics.* 36 (3) 363-377.
- Merton, R. (1968).** *The Matthew Effect in Science.* The Reward and Communication Systems of Science are Considered. *Science.* 159 (3810) 56-63.
- Merton, R. K. (1973).** *The Sociology of Science.* The University of Chicago Press, Chicago.
- Merton, R. K. (2000).** *On the Garfield input to the sociology of science: A retrospective collage.* In B. Cronin & H. B. Atkins (Eds.), *The Web of Knowledge: A Festschrift in Honor of Eugene Garfield* 435-448. Medford, NJ: Information Today.
- Mowery, D.C., et. Al (1996).** *Strategic alliances and inter-firm knowledge transfer.* *Strategic Management Journal* 17: 77-91.
- Nahapiet, J., S. Ghoshal. (1998).** *Social Capital, Intellectual Capital, and the Organizational Advantage.* *The Academy of Management Review.* 23 (2) 242-266.
- Narin, et. Al (1991).** *Scientific cooperation in Europe and the citation of multinationally authored papers.* *Scientometrics* 21: 313-323
- Nelson, R.R. (1993).** *National Innovation Systems.* Oxford University Press: New York.
- Nelson, R., S. Winter. (1982).** *An Evolutionary Theory of Economic Change.* Harvard University Press, Cambridge.
- Newman, M.E.J. (2001).** *The structure of scientific collaboration networks.* *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98: 404-409.
- Nonaka, I. (1994).** *A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation.* *Organization Science.* 5 (1) 14-37.
- Obstfeld D. (2005).** *Social Networks, the Tertius Iungens Orientation, and Involvement in Innovation.* *Administrative Science Quarterly.* 50 (1) 100-130
- Padilla, E. (2010).** *El Académico Mexicano Miembro del Sistema Nacional de Investigadores: Su contexto institucional, uso del tiempo, productividad académica, e implicaciones salariales.* I Congreso de los Miembros del Sistema Nacional de Investigadores Querétaro, Querétaro, Mayo 5-8 de 2010-04-27
- PECITI, (2008).** *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación.* Gobierno Federal, 2008. Disponible en: <http://www.sicyt.gob.mx/sicyt/docs/contenido/PECITI.pdf>

- Persson, O. et. Al. (2004).** *Inflationary bibliometric values: The role of scientific collaboration and the need for relative indicators in evaluative studies.* *Scientometrics* 60(3): 421-432.
- Polanyi, M. (1966).** *The Tacit Dimension.* Garden City, NY: Doubleday.
- Porter, M. (1990).** *The Competitive Advantage of Nations.* Free Press, New York.
- Poulder, R., C.H. St. John, C.H. (1996).** *Hot spots and blind spots: Geographic clusters of firms and innovation.* *Academy of Management Review* 21: 1191-1225.
- Powell, W. W., et. Al, (1996).** *Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology.* *Administrative Science Quarterly*, 41(1): 116-145.
- Price, D., D. Beaver. (1966).** *Collaborating in an Invisible College.* *American Psychologist*. 21 1011-1018.
- Reagans, R., B. McEvily. (2003).** *Network Structure and Knowledge Transfer: The Effects of Cohesion and Range.* *Administrative Science Quarterly*. 48 (2) 240-267
- Reagans, R., E.W. Zuckerman, (2001).** *Networks, Diversity and Productivity: The Social Capital of R&D Units.* *Organization Science*. 12 (4) 502-517.
- Rodan S., C. Galunic. (2004).** *More than Network Structure: How Knowledge Heterogeneity Influences Managerial Performance and Innovativeness.* *Strategic Management Journal* 25 (6) 541-562.
- Rosenkopf, L., P. Almeida. (2003).** *Overcoming local search through alliances and mobility.* *Management Science* 49(6): 0751-0766.
- Rosenkopf, L., A. Nerkar, (2001).** *Beyond local search: Boundary-spanning, exploration, and impact in the optical disc industry.* *Strategic Management Journal* 22: 287-306.
- Singh, J., (2006).** *Distributed R&D, Cross-Regional Knowledge Integration and Quality of Innovative Output.* INSEAD Working Paper.
- Sorenson, O., et. Al. (2006).** *Complexity, networks and knowledge flow.* *Research Policy*. 35, pp. 994-1017.
- Stephan, P., S. Levin. (1991).** *Inequality in Scientific Performance: Adjustment for Attribution and Journal Impact.* *Social Studies of Science*. 21 (May) 351-368.
- Stephan, P., S. Levin. (1997).** *The Critical Importance of Careers in Collaborative Scientific Research.* *Revue d'Economie Industrielle*. 79 (1) 45-61.
- Stern, S. (2004).** *Do scientists pay to be scientists?* *Management Science*. 50, pp. 835-853.
- Stuart, T.E., O. Sorenson. (2003).** *The geography of opportunity: spatial heterogeneity in founding rates and the performance of Biotechnology firms.* *Research Policy* 32: 229-253.
- Stuart, T.E., et. Al (2007).** *Brokerage in a vertical alliance network: The case of university-biotechnology-pharmaceutical alliance chains.* *Research Policy*, forthcoming

- Thompson, P., M. Fox-Kean. (2004).** *Patent citations and the geography of knowledge spillovers: a reassessment.* American Economic Review.
- Turner, L., J. Mairesse. (2003).** *Explaining Individual Productivity Differences in Scientific Research Productivity: How important are Institutional and Individual Determinants? An Econometric Analysis of the Publications of French CNRS Physicists in Condensed Matter (1980-1997).* Submitted to Annales d'Economie et de Statistiques for the special issue in honor of Zvi Griliches.
- Uzzi B. (1997).** *Social Structure and Competition in Interfirm Networks: The Paradox of Embeddedness.* Administrative Science Quarterly. 42 (2) 35-67.
- Uzzi, B, J. Spiro. (2005).** *Collaboration and creativity: the small world problem.* American Journal of Sociology. 111(2): 447-504.
- Waguespack, D.M., J.K. Birnir. (2005).** *Foreignness and the diffusion of ideas.* Journal of Engineering and Technology Management 22:31-50.
- Wagner, C.S., L. Leydesdorff, L. (2005).** *Network structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science.* Research Policy.
- Wanner et. Al (1981).** *Research Productivity in Academia: a comparative study of the sciences, social sciences and humanities.* Sociology of Education 1981, Vol. 54 (October): 238-253
- Wuchty, S., B.F. Jones, B. Uzzi. (2007).** *The Increasing Dominance of Teams in Production of Knowledge.* Science. 316 (5827), 1036-1039.
- Xie, Y. & Shauman K.A. (2003).** *Women in science. Career processes and outcomes.* Cambridge, Ma: Harvard University Press.
- Zhao, M., I. Mazhar. (2007).** *Are cross-regional collaborations good for local R&D?* Mimeo.
- Zucker, L.G, et. Al. (2002).** *Commercializing Knowledge: University Science, Knowledge Capture and Firm Performance in Biotechnology.* Management Science 48(1):138-153.
- Zuckerman, H. (1967).** *Nobel Laureates in Science: Patterns of Productivity, Collaboration, and Authorship.* American Sociological Review 32 (June): 391-403.