

Motivaciones de los investigadores académicos en Colombia, para generar y transferir conocimiento al sector productivo usando análisis de correlación canónica¹

RAFAEL ANTONIO VIANA BARCELO, Mg.*
Docente Investigador, Escuela de Economía y Administración
Universidad Industrial de Santander, Colombia.
ranviana@uis.edu.co

JORGE LUIS NAVARRO ESPAÑA, Mg.
Docente Investigador, Escuela de Economía y Administración
Universidad Industrial de Santander, Colombia.
jnavaro@uis.edu.co

HEIDY MARIANA PINTO PRIETO.
Especialista en formulación y evaluación social de proyectos.
heidy28@yahoo.com

RESUMEN

En el presente documento se presenta evidencia empírica acerca de las motivaciones que tienen los investigadores académicos en Colombia, así como también, la disponibilidad de los mismos para generar y transferir conocimiento al sector productivo en el marco de la relación universidad-empresa. Los datos utilizados en el estudio se recopilaron a través de una encuesta aplicada a los investigadores académicos que aparecen registrados en la base de datos del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS). Los datos fueron analizados a través de análisis de regresiones canónico y se logro determinar que las actividades de transferencia de conocimiento objeto del estudio (consultorías y comercialización de tecnología) son complementarias.

Palabras clave. Transferencia de conocimiento; análisis de regresiones canónico; investigadores; universidad-industria.

Recibido: 10-feb-11, corregido: 22-may-12 y aceptado: 10-ago-12

Clasificación JEL: D24; L31; O31

¹ Esta investigación contó con el apoyo económico de la dirección de la Escuela de Economía y administración de la Universidad Industrial de Santander.

* Autor para correspondencia. Dirigir correspondencia a: Escuela de Economía y Administración, Universidad Industrial de Santander, Carrera 27 Calle 9, Bugaramanga, Colombia.

A review of the motivations of academic researchers in Colombia to generate and transfer knowledge to the manufacturing industry using a canonical correlation analysis

ABSTRACT

This document presents empirical evidence about the motivations of academic researchers in Colombia, and their availability to generate and transfer knowledge to the productive sector within the framework of the relation between universities and companies. The data used in the study was collected through a survey of academic researchers listed in the database of the Administrative Department of Science, Technology and Innovation (COLCIENCIAS). The data was examined by means of an analysis of canonical regressions. The analysis revealed that the knowledge transfer activities object of the study (consultancies and technology marketing) are complementary.

Keywords. Knowledge transfer; canonical regression analysis; researchers; university-industry.



Motivações dos investigadores acadêmicos na Colômbia, para gerar e transferir conhecimentos ao setor produtivo usando análises de correlação canônica

RESUMO

No presente documento se apresenta a evidência empírica acerca das motivações dos investigadores acadêmicos na Colômbia, bem como da disponibilidade dos mesmos para gerar e transferir conhecimentos ao setor produtivo no âmbito da relação universidade-empresa. Os dados usados no estudo foram coletados através de uma pesquisa aplicada aos investigadores acadêmicos que aparecem registrados no banco de dados do Departamento Administrativo de Ciências, Tecnologia e Inovação (COLCIENCIAS). Os dados foram analisados através da análise de regressão canônica e se conseguiu determinar que as atividades de transferência do conhecimento que foram objeto do estudo (consultorias e comercialização de tecnologia) são complementares.

Palavras-chave. Transferência do conhecimento; análise de regressão canônica; investigadores; universidade-indústria.

Introducción

En los últimos años, las universidades han desarrollado vínculos cada vez más estrechos con el sector productivo. Quizás el más importante se ha dado o materializado a través de lo que hoy día se conoce como transferencia de tecnología Universidad-Industria, que a su vez, tiene como explicación central dos factores: el primero tiene que ver con la disminución de las transferencias de los gobiernos hacia las universidades, y el segundo con que los hacedores de políticas han visto a las universidades como motores del crecimiento económico (Siegel y Phan, 2004).

Daza y Slaughter (1999) afirman que el descenso de las contribuciones federales y estatales desde comienzo de los 80's para las universidades públicas de los Estados Unidos de América, ha llevado que tanto los profesores como los administradores universitarios vuelquen sus miradas hacia el sector productivo. Las universidades buscan transferir tecnología a la industria, y por consiguiente obtener beneficios de la comercialización de la misma, a través los canales tradicionales de interacción Universidad-Industria (Lockett, Wright y Franklin, 2003).

Los hechos mencionados anteriormente, han llevado a que diferentes gobiernos adopten políticas dirigidas a facilitar la "cooperación" universidad-empresa, tal es el caso de USA (1980), Canadá (1985), Japón (1998), Gran Bretaña (1998), Alemania (1998, 2001), Francia (1999), Austria (2002), Italia (2001), Bélgica (1999), España (1986), Dinamarca (2000), Suiza (2002), Holanda (1998), Corea (1998-2001). (Diamant y Pugatch, 2007).

Colombia no ha sido ajena a esta corriente, es por ello que el gobierno nacional ha realizado esfuerzos para facilitar y dinamizar la relación universidad-industria. El más importante, tiene que ver con la expedición de la Ley 29 de 1990 y sus decretos reglamentarios, cuyo objetivo primordial, es el

lograr la articulación y enriquecimiento de la investigación con el sector productivo.

A pesar que en el país se han realizado análisis sobre transferencia de tecnología, es de destacar que estos han tomado como objeto de análisis las firmas (Rodríguez, 2007 y 2005). Por ello, el objetivo de este documento, es presentar evidencia empírica acerca de las motivaciones que tienen los investigadores académicos en Colombia, así como también, la disponibilidad de los mismos para generar y transferir conocimiento al sector productivo en el marco de la relación universidad-empresa. La literatura existente (Lach y Schankerman, 2004) sugiere que la estructura de incentivos de las universidades a los investigadores académicos, la organización de la actividad, el tipo de institución (pública o privada) y el prestigio institucional son factores determinantes en el proceso de transferencia de tecnología.

El análisis se basa en la información recogida a través de una encuesta aplicada a los investigadores académicos que aparecen registrados en la base de datos del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS) de las siguientes áreas del conocimiento: ingenierías (civil, eléctrica, mecánica, de materiales y metalurgia, química), geociencias, bioquímica, química, físicas, matemáticas, ciencias de la computación, biología y microbiología; siguiendo a Link, Siegel y Bozeman (2007) quienes identificaron a los investigadores académicos que están involucrados en varias actividades de transferencia de tecnología, para luego correlacionar dichas dimensiones con características individuales e institucionales. Este documento se organiza de la siguiente manera: la primera hace una introducción del tema y pone al lector en perspectiva de la problemática a estudiar; en la segunda sección, se realiza una revisión de la literatura

en materia de transferencia de tecnología universidad empresa. En la tercera sección se describe la metodología seguida en el documento para desarrollar el objetivo planteado, así como los resultados de un modelo canónico estimado. En la cuarta se presentan las conclusiones derivadas del trabajo.

1 Revisión de la literatura

En general, los estudios de transferencia de tecnología son muy complejos. Bozema (2000) considera que en la literatura sobre el tema no existe unanimidad con respecto al concepto, el mismo se utiliza a menudo de manera ambigua. El autor considera que esto puede afectar la teoría y la investigación sobre el tema. Por otra parte, algunos investigadores como por ejemplo: Landry, Amara y Ouimet (2006) consideran que se debe distinguir entre los conceptos de transferencia de tecnología y de conocimiento. Para estos, la tecnología y el conocimiento difieren en cuatro aspectos: propósito, grado de codificación, tipo de almacenaje y grado de observabilidad. Por ello, consideran que la tecnología se refiere a herramientas para cambiar el medio ambiente, mientras que el conocimiento involucra teorías y principios que ayudan a comprender la relación entre causa y efecto. La tecnología se refiere a información codificada y almacenada en publicaciones, software y proyectos, y el conocimiento tiende a tener un componente tácito.

De igual manera, para Sahal (1981), (citado en Bozeman 2000), los conceptos de transferencia de tecnología y conocimiento no son separables puesto que, cuando un producto tecnológico es transferido o difundido, el conocimiento sobre el cual el bien es realizado es también transferido. Siguiendo a Sahal, los dos conceptos en el presente estudio se utilizarán indistintamente.

De acuerdo a la Asociación de Administración de Transferencia de Tecnología (AUTM), la transferencia de tecnología es el proceso de transmisión de resultados científicos de una organización a otra con fines de desarrollo y comercialización. El proceso generalmente incluye:

- Identificar nuevas tecnología.
- Proteger la tecnología a través de patentes y derechos de autor.
- Conformación de estrategias de desarrollo y comercialización.

De igual forma, cabe destacar que Mansfield (1975) anotó que en los análisis de transferencia de tecnología se debe distinguir entre transferencia vertical y horizontal. El autor describe la transferencia vertical como la transmisión de información desde la investigación básica a la investigación aplicada, de la investigación aplicada al desarrollo, y del desarrollo a la producción. Sin embargo, aclara que este tipo de transferencia ocurre en ambas direcciones². Con respecto a la transferencia horizontal, anota que esta ocurre cuando la tecnología que es usada en un lugar, organización o contexto es transferida y usada en otro lugar, organización o contexto.

Mansfield (1975) también distingue entre varios tipos de tecnología: tecnología general (información común para una industria o negocio), tecnología específica (la información relativa a la fabricación de un determinado artículo o producto que cualquier fabricante del elemento o el producto tendría), tecnología específica para la firma (la información que es específica a las actividades y experiencia de la empresa, pero que no se puede atribuir a ningún elemento específico que la empresa produce).

.....
2 Para Mansfield (1975), la transferencia puede ocurrir *aguas arriba y/o aguas abajo*. Anota que la forma de la información cambia en la medida que se mueve en estas dimensiones.

Según Bozema (2000) antes de la década de los 80's, la gran mayoría de las investigaciones acerca de la transferencia de tecnología se centraron sobre el proceso en el cual participaban dos o más naciones (Pack y Todaro, 1969; Arrow, 1974; Mansfield, 1975 y Teece, 1977), especialmente de las naciones más desarrolladas a las menos desarrolladas. El panorama en la materia experimentó un cambio radical a partir de la expedición a principio de la década de los 80's en los Estados Unidos de América de la Ley Bay-Dole, que creó una política de patentes uniforme entre las muchas agencias federales que financian la investigación. Dicha ley permitió que las pequeñas empresas y organizaciones sin fines de lucro, incluyendo las universidades, conservaran la titularidad de las invenciones realizadas en los programas de investigación financiada con fondos federales³.

A partir de la expedición de la Ley Bay-Dole (Siegel y Phan, 2005) han aflorado un sinnúmero de trabajos escritos, teóricos y empíricos, que han centrado sus análisis en la relación universidad-industria y los procesos de transferencia de tecnología que se han originado a partir de dicha relación. A pesar de todo esto, no es sino hasta principio de la década de los 90's que se empieza a fortalecer la literatura referente al análisis de la interacción universidad-sector productivo. También es importante reconocer que desde principio de los 70's, algunos teóricos como por ejemplo Roy (1972), ya centraban la atención de sus estudios en dichos patrones de relación.

Roy (1972), consideró que las empresas de investigación estadounidenses habían desarrollado una *profunda laguna* en las áreas de ciencia o investigación aplicada, por lo que consideró que dicho vacío debería ser

llenado por las universidades ya que ningún otro actor estaba a la vista. De igual manera, el autor reconoció que para esa época sólo existían dos o tres canales por medio de los cuales una universidad o una facultad podían interactuar con la industria.⁴

Adicional a los canales de interacción universidad-industria reconocido en la década de los 70's por Roy (1972), a partir de los 90's con la expedición de la Ley Bay-Dole, la literatura ha reconocido un sinnúmero de canales de interacción formales e informales⁵. Dentro de los canales de interacción formales se pueden destacar: las patentes, acuerdos de licencia e investigación conjunta (Link y Siegel, 2005; Heisey y Adelman, 2011; Anderson, Daim y Lavoie, 2007; Landry et al., 2006). Dentro de los canales informales de interacción, la literatura reconoce los siguientes: los acuerdos de consultorías entre las empresas y los profesores, contactos entre el personal académico y de la industria en conferencias, simposios o seminarios, publicaciones conjuntas (Levy, Roux y Wolff, 2009; Bercovitz y Feldmann, 2006; Link et al., 2007)

4 Los canales que Roy (1972), reconoció por medio de los cuales se daba la interacción universidad-industria eran los siguientes: a) la utilización de los profesores universitarios como consultores por parte de la industria; b) proyecto de investigación financiado por la industria dentro de un laboratorio de universidad o departamento y c) la comunión industrial: impuestos deducibles, donaciones de la empresa a la universidad como por ejemplo, equipos de laboratorios. estos canales siguen siendo validos hoy en día.

5 Para Link et al., (2007), los mecanismos de transferencia tecnológicas formales encarnan o se derivan de instrumentos jurídicos formales tales como, por ejemplo, patentes, licencias o acuerdos de regalías. De igual manera, los autores definen los acuerdos de transferencia tecnológicas informales como aquellos que facilitan el flujo de conocimiento tecnológicos a través de procesos de procesos de comunicación informal, tales como, consultorías, asistencia técnica, e investigación colaborativa.

3 En www.autm.net/Bayh_Dole_Act/4490.htm, recuperado el 8 de mayo de 2010.

Otros autores han analizado las instituciones que han surgido en el marco de la interacción universidad-industria. Tales como: las oficinas de transferencia de tecnologías universitarias (Jain y George, 2007; Fridh y Carlsson, 2002; Siegel y Phan, 2004), centros de investigación cooperativos, parques científicos, spin-offs académicos (Helm y Mauroner, 2007)

Por otra parte, algunos teóricos (Siegel y Phan, 2004; Jensen, Thursby y Thursby, 2010) han centrado su análisis sobre los agentes involucrados en la comercialización tecnológica, como por ejemplo, los científicos académicos, la administración central de la universidad y las firmas. En lo que respecta a los científicos académicos, generalmente los estudios tratan de determinar las motivaciones, los canales por medio de los cuales transfieren la tecnología y los resultados de la misma a los procesos de transferencia de tecnología de la universidad a la industria.

1.1 Estudios previos

Gutiérrez, Manjarrés y Vega (2008), analizan si la Relación Universidad-Industria (UIR por su sigla en inglés) penaliza las actividades de investigación a la vez que inhibe la productividad científica de los investigadores universitarios. El análisis se basó en estudio de caso de dos universidades españolas (la Universidad Politécnica de Valencia y a la Universidad Valencia). Los autores encuentran que dicha relación ejerce un efecto positivo sobre la productividad científica universitaria sólo cuando la misma se basa en contratos de investigación y desarrollo, y que los montos de financiación no excedan el 15% del presupuesto total del investigador.

Bozeman y Caughan (2007), analizan los impactos de las subvenciones y los contratos sobre las interacciones entre los investigadores académicos con la industria. Sobre la base de una muestra representativa de 1564

investigadores académicos, investigan los impactos de las subvenciones y contratos de investigación sobre la naturaleza y el alcance de la investigación docente y las actividades tecnológicas con la industria. Hacen especial hincapié en la comprensión de las contribuciones independientes de la industria y las fuentes de subvención oficial en los niveles de participación de la industria. Además, de examinar el origen de las subvenciones, los autores controlan una serie de factores independientes, incluyendo: el campo científico, la afiliación del centro de investigación, régimen de tenencia y el género. Los resultados sugieren efectos independientes de las subvenciones y contratos sobre las actividades industriales. Los contratos y las subvenciones de la industria tienen efectos significantes sobre la investigación académica y la disponibilidad para trabajar con la industria. De igual manera, encuentran que el patrocinio público tiene un impacto más moderado en el creciente trabajo con la industria.

D'Este y Perkmann (2010) analizan lo que motiva a los científicos universitarios a colaborar con la industria. Para ello, utilizan una muestra que incluyó 4337 investigadores, que representan el 42% del total de los investigadores activos en el Reino Unido en las ciencias físicas y las ingenierías. Al total de los investigadores se les envió un formulario electrónico que permitió recopilar información de los años 1999-2003. El estudio generó 1528 cuestionarios válidos, para una tasa de respuesta de 35,2%. Los resultados les permitieron concluir a los autores que la mayoría de los académicos colaboran con la industria para promover sus investigaciones antes que para comercializar sus conocimientos. De igual forma, los autores analizan también los mecanismos de colaboración formales e informales, incluida la investigación conjunta, los contratos de investigación y consultorías.

Determinan que la investigación conjunta, los contratos de investigación y las consultorías están fuertemente influenciados por motivos relacionados con la investigación.

Blumenthal, Campbell, Causino y Seahore (1996), utilizaron un cuestionario electrónico para obtener información sobre los alcances y efectos de las relaciones de investigación académica e industrial desde la perspectiva de los profesores que participan en ellos. El cuestionario fue enviado por correo electrónico a 2052 miembros del profesorado (de un total elegible de 3.169 investigadores) pertenecientes a las ciencias de la vida de 50 universidades de los EE.UU que reciben la mayoría de la financiación del Instituto Nacional de Salud. El 28% de los entrevistados manifestaron que recibieron apoyo para la investigación de la industria.

De igual forma, determinaron que los profesores que recibieron financiación de la industria, publicaron más artículos en los últimos tres años antes del estudio, participaron en más actividades administrativas en sus instituciones, y fueron comercialmente más activos que los miembros del profesorado sin dicha financiación. Sin embargo, encontraron que los profesores que recibieron más de dos tercios de apoyo para sus investigaciones de la industria, eran menos productivos que los académicos que recibían menor financiación del mismo sector. Por otra parte, también hallaron que los artículos publicados por los profesores con financiación de la industria, fueron menos influyentes que las de los investigadores sin apoyo industrial.

Gulbrandsen y Smeby (2005), examinaron la visión optimista y pesimistas respecto a la comercialización de la investigación universitaria, el análisis se basó en datos de profesores a manera individual. Los autores centraron su atención en la financiación industrial. Analizaron la medida en que existe una relación entre financiación industrial y:

a) Si profesores caracterizan sus investigaciones principalmente como básica, aplicada o trabajos de desarrollo, b) medida y el perfil de su colaboración para la investigación, c) publicaciones científicas, d) productos empresariales en términos de patentes, productos comerciales, establecimiento de empresas y contratos de consultorías. Finalmente los autores analizan la relación entre comercialización en términos de productos y comportamiento académico en términos de publicaciones científicas.

Los autores encontraron que: existe una relación significativa entre la financiación de la industria y el comportamiento investigativo. Los profesores con financiación industrial describen su investigación como aplicada en una mayor extensión, colaboran más con otros investigadores tanto académicos como de la industria, reportan más publicaciones científicas, tienen resultados empresariales más frecuentes. De igual manera, también encuentran que no hay ni una relación positiva ni negativa entre las publicaciones académicas y los resultados empresariales. En lo referente a estudios sobre el tema en Colombia, se puede destacar el realizado por Rodríguez (2007), quién analiza cómo la cooperación entre firmas o asociaciones de empresas incluidas en una red vertical de mercado permite alcanzar una ventaja competitiva sostenible y un mejor desempeño. Éste tipo de transferencia es muy similar al que se da entre la universidad y la industria, y que Mansfield (1975) denominó como transferencia vertical de conocimiento.

1.2 Consultorías

Para algunos autores como por ejemplo Jacobson, Butterill y Goering (2005), la consultoría puede ser una estrategia para la transferencia de conocimiento entre los investigadores y los tomadores de decisión, a la vez que consideran que esta es efectiva

en la promoción de la cultura del uso de los modelos interactivo de conocimiento. Los autores analizan varios estudios de casos de proyectos de consultorías para crear un modelo de transferencia de conocimiento basado en este ítem. A la vez, identifican algunos de los factores que creen son efectivo para promover la transferencia y uso del conocimiento en los proyectos de consultorías⁶.

Jacobson et al. (2005) definen la consultoría como un proceso a través del cual se transfiere conocimiento y/o habilidades de una parte (el consultor) a otra (el cliente), con el objetivo de proporcionar ayuda o resolver problemas. De igual forma, distinguen entre dos tipos de consultorías: a las empresas y las organizaciones de servicios humanos.

Otros autores que reconocen la importancia de las actividades de consultorías en el proceso de transferencia de tecnología de las universidades a las empresas son Bessant y Rush (1995), y Shane (2002), quienes consideran que la transferencia de tecnología y la investigación universitaria es importante y creciente para las empresas.

De igual manera, Jensen et al. (2010) analizan la consultoría industrial por parte de los profesores universitarios como un mecanismo de spillover en un contexto que permite relacionar las decisiones de financiamiento del gobierno, la industria y la universidad. Para ello, desarrollan un modelo teórico de consultoría que incorpora las decisiones de los profesores universitarios sobre la asignación de tiempo de investigación entre

su laboratorio en la universidad y el laboratorio de la empresa, así como las decisiones del gobierno y de la empresa con respecto a la financiación del trabajo del investigador dentro de la universidad. Los autores utilizan una base de datos que contiene información respecto a: la financiación, las publicaciones, y las patentes de 458 profesores- inventores. Así mismo, los autores encuentran que los investigadores universitarios se preocupan por la reputación y los ingresos derivados de la transferencia de tecnología, de modo que la cantidad de tiempo que están dispuestos a dedicar a la actividad de consultoría aumenta o disminuye en función de los ingresos y la reputación alcanzada por participar en dicho proceso.

2 Metodología y resultados

Los datos utilizados en el presente estudio se derivan de una encuesta realizada a los investigadores colombianos con título académico de magister o Ph.D. adscritos a los grupos de investigación registrados y clasificados (en la categoría A, B y C) en la Plataforma ScienTI-Colombia, y que al momento de realizar la encuesta tuviesen vinculación de tiempo completo con la institución respectiva.

Siguiendo a Link et al. (2007) y Landry et al. (2006), la áreas del conocimiento tenidas en cuenta para el análisis empírico fueron las siguientes: ingenierías (civil, eléctrica, mecánica, de materiales y metalurgia, química), geociencias, bioquímica, química, físicas, matemáticas, ciencias de la computación, biología y microbiología.

Durante el periodo comprendido entre el 25 de julio del 2009 y el 17 de diciembre del mismo año, se enviaron 480 formularios. Se recibieron 212 respuestas, las cuales equivalen al 44.16% del total. Alrededor de 73 (15.2%) formularios rebotaron debido a que la dirección electrónica registradas en los cvlac no correspondía. De igual forma, se

6 Los factores que los autores consideran son efectivo en la transferencia y uso del conocimiento en los proyectos de consultorías son los siguientes: la urgencia del problema o asunto que da inicio al proyecto, el uso es promovido por las características de ambas partes (consultor y cliente) y por último, el uso del conocimiento parece ser facilitado por varias estrategias dirigidas a promover la participación y colaboración de los clientes.

recibieron 12 (2.5%) emails de investigadores que afirmaban que no tenían relación laboral con ninguna universidad debido a que se habían pensionado o estaban dedicados a otras labores.

Teniendo en cuenta lo anteriormente enunciado, se tiene que la muestra utilizada en el presente estudio consistió de 212 investigadores. De estos 47 no completaron el formulario. El estudio genero 164 formularios útiles para una tasa de respuestas del 34.37%, lo que constituye el tamaño de la muestra.

Se utiliza el análisis de correlaciones canónicas porque según Hair, Black, Babin, Anderson y Tatham (2006), este es un modelo estadístico multivariante que facilita el estudio de las interrelaciones entre múltiples variables criterio (dependiente) y múltiples variables predictoras (independientes). Este tipo de análisis permite predecir simultáneamente múltiples variables dependientes a partir de múltiples variables independientes. Tanto las variables dependientes como las independientes pueden ser métricas (continuas) o no métricas (discretas). Dicho análisis desarrolla varias funciones canónicas que maximizan la correlación entre combinaciones lineales, los cuales se conocen como valores teóricos canónicos

2.1 Instrumentos y medidas.

Las medidas de generación y transferencia de conocimiento por parte de los investigadores universitarios considerados en el presente estudio son las siguientes: a) ha escrito documentos en coautoría con personal de la industria que haya sido publicado en una revista de referencia, b) ha servido como consultor pagado por las firmas.

El modelo a estimar para cuantificar las relaciones de las variables personales e institucionales y las actividades de transferencias de tecnología por parte de los profesores universitarios en Colombia es el siguiente:

$$\alpha_1 T_{pi} + \alpha_2 C_p = \beta_{(o)} + \beta_1 Si + \beta_2 Ti + \beta_3 edc + \beta_4 T_{vi} + \beta_5 Rce + \beta_6 Rt + \beta_7 Lp + \beta_8 Fi + \beta_9 T_{co} + \beta_{10} Li + \beta_{11} Cri + \beta_{12} Tu + \beta_{13} Sexo + \mu \quad (1)$$

2.2 Variables

A continuación se definirá cada variable:

- T_{pi}: variable binaria que toma el valor de uno si el investigador los últimos 2 años, ha trabajado directamente con personal de la industria en un esfuerzo para transferir o comercializar tecnología o investigación aplicada y cero lo contrario.
- C_p: variable binaria que toma el valor de uno si el investigador ha prestado sus servicios como consultor formal pagado por la industria y cero lo contrario.
- Si: variable binaria que toma el valor de 1 (uno) si el investigador considera que sistema de incentivo institucional estimula la participación de los profesores universitarios en los procesos de transferencia universidad-industria y o (cero) lo contrario.
- E_{dc}: variable binaria que toma el valor de 1 (uno) si el investigador ha escrito documentos en coautoría con personal de la industria que hayan sido publicados en revistas de referencia.
- T_{vi}: variable continúa que expresa los años que el investigador lleva vinculado a la universidad respectiva.
- R_{ce}: Variable binaria que toma el valor de uno sí el investigador en busca del reconocimiento de la comunidad científica se involucra en los procesos de transferencia de tecnología universidad-industria y cero lo contrario.
- L_p: Variable que indaga si el investigador en busca del lucro económico personal se involucra en los procesos de transferencia de tecnología universidad-industria.
- Fi: variable binaria que toma el valor de 1 (uno) si el investigador para financiar

proyectos de investigación de su interés, decide involucrarse en los procesos de transferencia de tecnología y cero lo contrario.

- Tco: porcentaje del tiempo laboral que dedican los profesores universitarios incluidos en el estudio a labores de consultorías.
- Li: variable binaria que toma el valor de uno si el investigador antes de laborar en la universidad lo hizo en la industria y cero lo contrario.
- Cri: variable binaria que toma el valor de 1 (uno) si el investigador cree que la interrelación universidad-industria lo capacita de mejor manera para abordar los procesos de investigación y cero lo contrario.
- Tu: Variable binaria que toma el valor de uno si el investigador labora en una universidad pública o cero si la universidad es privada.
- Sexo: variable binaria que toma el valor de 1 (uno) si el investigador es de género masculino y cero lo contrario.

2.3 Resultados

Luego de analizar y detectar problemas de no normalidad de algunas variables (ver anexos Tabla A1), se procedió a la transformación de las variables a través de la metodología *Box-Cox* para corregir dicho problema. El modelo canónico propuesto para las variables involucradas en el estudio fue estimado por medio del paquete estadístico Stata. Como las variables dependientes involucradas en el modelo son dos, entonces dos coeficientes de correlación canónicos son calculados. Marlow (1983), recomienda que para establecer la relación entre los conjuntos de variables dependientes y las independientes, se deben determinar los índices de correlación entre los dos conjuntos de variables.

En la tabla 1, se muestran los índices de correlación para 12 variables independientes y dos dependientes. El test estadístico utilizado para evaluar la significancia de los respectivos índices de correlación es *Lambda de Wild*. Se observa que los valores obtenidos para el primer y segundo índice

Tabla 1. Medidas de ajuste global del modelo para el análisis de correlación canónica.

Función canónica	Correlación canónica	R ² canónica	Estadístico F	Probabilidad
1	0.625	0.39	3.08	0.000
2	0.408	0.17	1.96	0.000

Contraste multivalente de significancia

Estadístico	Valor	Estadístico F aproximado	Probabilidad
Lambda de Wilks	0.485	3.08	0.000
Traza de Pillai	0.593	3.02	0.000
Traza de Hotelling	0.897	3.14	0.000
Mrc de Roy	0.645	4.625	0.000

Fuente: Cálculo de los autores con base en la información recolectada a través de la encuesta.

de correlación son 0.625 y 0.408, respectivamente. El estadístico *Lambda de Wild*, permite aceptar que existe una significativa relación entre estos conjuntos de variables a un nivel del 1%. De igual manera, se tiene que los R cuadrado canónico son 0.39 para el primer índice y 0.17 para el segundo.

En lo que respecta a los índices de redundancia, en la tabla 2, se tiene que estos son 0.234 para la primera función y 0.081 para la segunda. Dado estos resultados y teniendo en cuenta el bajo índice de redundancia de la última función, se procede a tomar como referencia la primera función para realizar el presente análisis.

A pesar que para la primera correlación canónica, las variables canónicas independientes explican el 39% de la varianza de las variables canónicas dependientes, las primeras variables sólo son capaz de predecir el 23.4% de la varianzas en las variables dependientes originales individuales. También se observa que, las variables canónica dependientes predicen el 59.8% de la varianza en las variables dependientes originales.

Las dimensiones de transferencia de conocimientos analizadas en el presente estudio son: *tditt* y *Cp* que presentan cargas canónicas que exceden 0.70, esto muestra que dichas actividades son complementarias y que son valoradas de forma similar por parte de los investigadores universitarios cuando deciden involucrarse en los procesos de transferencia de conocimiento con la industria.

En lo que respecta a los valores teóricos independientes, como se puede observar en la tabla 3, sólo cuatro de estos contribuyen significativamente en la actividad de transferencia de conocimiento: *Edcr* (si escribió documento en coautoría con personal de la industria), *Tco* (porcentaje del tiempo laboral que dedica a la consultoría), *Cri* (creencia acerca de si la interrelación de la universidad con la industria lo capacita de mejor forma para conducir los procesos de transferencia de conocimiento) y *Li* (si laboro en la industria antes de laborar en la universidad).

Tabla 2. Análisis de redundancia de los valores teóricos dependiente e independiente de las funciones canónicas.

Función canónica	Varianza estandariza de las variables dependientes explicadas por				
	Su propio valor teórico (varianza compartida)		R ² canónica	El valor teórico opuesto (redundancia)	
	Porcentaje	Porcentaje acumulado		Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	0.598	0.598	0.39	0.234	0.234
2	0.403	1.000	0.166	0.081	0.315

Fuente: Cálculo de los autores con base en la información recolectada a través de la encuesta.

Tabla 3. Ponderaciones canónicas, cargas canónicas y cargas canónicas cruzadas para la primera función canónica

Variables dependientes	Ponderaciones canónica de la 1ª función	Carga canónica 1ª Función	Carga canónica cruzada 1ª Función
Ttpi	0.619	0.774	0.485
Cp	0.651	0.798	0.500
Variables independientes			
Si	-0.02	0.035	0.022
Edc	0.642	0.708	0.443
Tvi	0.032	0.121	0.075
Rec	-0.095	-0.196	-0.012
Rt	-0.032	-0.181	-0.114
Lp	0.144	0.173	0.108
Fi	0.067	-0.010	-0.084
Tco	0.231	0.284	0.344
Li	0.388	0.430	0.178
Cri	0.356	0.437	0.46
Tu	-0.404	-0.258	-0.162
Sexo	-0.053	0.067	0.042

Fuente: Cálculo de los autores con base en la información recolectada a través de la encuesta

3 Conclusiones

El hecho que el análisis de correlación canónica muestre que las dos dimensiones de generación y transferencia de conocimiento (Ttpi y Cp) tenidas en cuenta en el presente estudio sean complementarias, obedece en gran medida a que la industria, como lo afirman Jensen et al. (2010), pueden utilizar a los profesores universitarios como insumos, no sólo en la identificación de invenciones de interés, sino también en un mayor desarrollo (tanto de las investigaciones patrocinadas como de los términos de licencia propiamente dicho).

No es sorprendente que las características enunciadas anteriormente: Edcr, Tco, Cri y Li sean las que más influyen la disposición de los investigadores académicos en lo

concerniente a la generación y transferencia de conocimiento al sector productivo. Es de suponer, que las personas que laboraron en la industria antes que en las universidades, sigan de alguna manera manteniendo los contactos con el sector productivo lo cual les facilita participar en las dimensiones de transferencia de conocimiento analizadas en el presente estudio.

Es de destacar también que, el sistema de incentivos para la generación y transferencia de conocimiento desarrollado por las universidades en Colombia tiene un efecto marginal en dicha actividad. Esto puede deberse en gran medida a que la mayoría de los investigadores universitarios no se encuentran a gusto con dicho esquema.

En este documento, también se ha querido demostrar que se hace necesario que las universidades diseñen mecanismos de recompensa (tanto de asignación de tiempo, como económicos) que estimulen el involucramiento de sus profesores en las actividades de consultorías y comercialización de tecnología. Es importante que las directivas universitarias asignen las funciones de docencia, investigación y extensión, de una manera equitativa con el fin de no generar malestar entre los profesores que se involucran en los procesos de transferencia de tecnología universidad industria y los que deciden no involucrarse.

Es importante que futuros trabajos sobre el tema, analicen el impacto que han tenido las Oficinas de Transferencia de Tecnologías implantadas en algunas universidades colombianas en la disposición de los profesores universitarios a involucrarse en los procesos de transferencia de tecnología entre la universidad y la industria.

Por otra parte, con la utilización del análisis de correlación canónica en el presente documento se ha evidenciado que existen metodologías alternativas a la econometría que son de gran utilidad en los estudios de fenómenos económicos, sociales y/o ambientales.

Referencias bibliográficas

- Anderson, T., Daim, T. & Lavoie, F. (2007). Measuring the efficiency of university technology transfer. *Technovation*, 27(5), 306–318.
- Arrow, K. (1974). Limited Knowledge and Economic Analysis. *American Economic Review*, 64(1), 1–10.
- Bessant, J. & Rush, H. (1995). Building bridges for innovation: the role of consultants in technology transfer. *Research Policy*, 24(1), 97–114.
- Bercovitz, J. & Feldman, M. (2006). Entrepreneurial Universities and Technology Transfer: A Conceptual Framework for Understanding Knowledge-Based Economic Development. *The Journal of Technology Transfer*, 31(1), 175–188.
- Blumenthal, D., Campbell, E., Causino, N. & Seashore, L. (1996). Participation Of Life-Science Faculty In Research Relationships With Industry. *The New England Journal of Medicine*, 355 (23), 1734–1739.
- Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy*, 29 (4–5), 627–655.
- Bozeman, B. & Gaughan, M. (2007). Impacts of grants and contracts on academic researchers interactions with industry. *Research Policy*, 36(5), 694–707.
- Daza, T. & Slaughter, S. (1999). Faculty and Administrators Attitudes toward Potential Conflicts of Interest, Commitment, and Equity in University-Industry Relationships. *The Journal of Higher Education*, 70 (3), 309–352.
- D'Este, P. & Perkmann, M. (2010). Why do academics engage with industry? The entrepreneurial university and individual motivation. *Journal of Technology Transfer*, 36 (3), 316–339.
- Diamant, R. & Pugatch, M. (2007). Measuring Technology Transfer Performance in Public-Private Partnerships. Prepared for the IP Academy in Israel, Meeting of the Tech Transfer Group. Recuperado de: http://www.stockholm-network.org/downloads/publications/ip/Measuring_TT_Performance.pdf
- Fridh, F. & Carlsson, B. (2002). Special issue: Technology transfer in United States universities. *Journal of Evolutionary Economics*, 12(1), 199–232.
- Gulbrandsen, M. & Smeby, J. (2005). Industry funding and university professors'

- research performance. *Research Policy*, 34(6), 932–950.
- Gutiérrez, A., Manjarrés, L. & Vega, J. (2008). University-Industry Relations And Academic Research: Coexistence Or Something Else. INGENIO Working Paper Series 2008-05. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10261/5217>
- Hair, J., Black, W., Babin, B., Anderson, R. & Tatham, R. (2006). *Multivariate data analysis* (6th ed.) Upper Saddle River, New Jersey: Pearson.
- Heisey, P. & Adelman, S. (2011). Research expenditures, technology transfer activity, and university licensing revenue. *The Journal of Technology Transfer*, 36(1), 38–60.
- Helm, R. & Mauroner, O. (2007). Innovation and market characteristics and success of new research-based spin-off products. *Jena Research Papers in Business and Economics – Working and Discussion Papers* 04/2007, Friedrich-Schiller-University Jena, School of Economics and Business Administration.
- Jacobson, N., Butterill, D. & Goering, P. (2005). Consulting as a Strategy for Knowledge Transfer. *The Milbank Quarterly*, 83(2), 299–321.
- Jain, S. & George, G. (2007). Technology transfer offices as institutional entrepreneurs: the case of Wisconsin Alumni Research Foundation and human Embryonic stem cells. *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 535–567.
- Jensen, R., Thursby, J. & Thursby, M. (2010). University-Industry Spillovers, Government Funding, and Industrial Consulting. *National Bureau of Economic Research-NBER Working Papers*. Recuperado de: http://www.nber.org/papers/w15732.pdf?new_window=1
- Lach, S. & Schankerman, M. (2004). Royalty sharing and technology licensing in universities. *Journal of The European Economic Association*, 2 (2–3), 252–264.
- Landry, R., Amara, N. & Ouimet, M. (2006). Determinants of knowledge transfer: evidence from Canadian university researchers in natural sciences and engineering. *Journal of Technology Transfer*, 32 (6), 561–592.
- Levy, R., Roux, P. & Wolff, S. (2009). An analysis of science-industry collaborative patterns in a large European University. *The Journal of Technology Transfer*, 34(1), 1–23.
- Link, A. & Siegel, D. (2005). Generating science-based growth: an econometric analysis of the impact of organizational incentives on university-industry technology transfer. *European Journal of Finance*, 11(3), 169–181.
- Link, A., Siegel, S. & Bozeman, B. (2007). An empirical analysis of the propensity of academics to Engage in informal university technology transfer. *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 641–655.
- Lockett, A., Wright, M. & Franklin, S. (2003). Technology Transfer and Universities' Spin-Out Strategies. *Small Business Economics*, 20(2), 185–201.
- Mansfield, E. (1975). International Technology Transfer: Forms, Resource Requirements, and Policies. *The American Economic Review*, 65(2), 372–376.
- Marlow, M. (1983). A Canonical Correlation Analysis of Savings and Loan Association Performance. *Applied Economics*, 15(6), 815–820.
- Pack, H. & Todaro, M. (1969). Technological Transfer, Labor Absorption, and Economic Development. *Oxford Economic Papers*, 21(3), 395–403.
- Rodríguez, A. (2005). Un modelo integral para evaluar el impacto de la transferencia de conocimiento interorganizacional en

el desempeño de la firma. *Estudios Gerenciales*, 96(96), 37-50.

Rodríguez, A. (2007). Transferencia de conocimiento en relaciones inter-organizacionales: Su efecto sobre el desempeño de la firma receptora. *Estudios Gerenciales*, 103(23), 12-35.

Roy, R. (1972). University-Industry Interaction Patterns. *Science*, 178(4064), 955-960.

Shane, S. (2002). Executive Forum: University technology transfer to entrepreneurial companies. *Journal of Business Venturing*, 17(6), 537-552.

Siegel, D. & Phan, P. (2004). Analyzing the effectiveness of university technology transfer: implications for entrepreneurship education. *Rensselaer Working Papers in Economics 0426*. Recuperado de: <http://www.economics.rpi.edu/workingpapers/rpio426.pdf>

Teece, D. (1977). Technology Transfer by Multinational Firms: The Resource Cost of Transferring Technological Know-How. *The Economic Journal*, 87, 242-261.

Anexos

Debido a que uno de los supuestos del análisis de correlación canónica es que los datos deben seguir una distribución normal, se procedió a realizar a través de la prueba de *Shapiro-Francia* dicho análisis. Se encontró que tres variables no cumplían con dicho supuesto: porcentaje del tiempo laboral que dedican los profesores universitarios a labores de consultorías (tco), porcentaje del tiempo laboral que dedican los profesores universitarios a la investigación (tis) y tiempo de vinculación con la universidad. Al detectar el problema de no normalidad, se procedió a transformar las variables mencionadas a través de la metodología *Box-Cox*. Luego de transformar las variables, se encontró que la variable tis, seguía presentado una distribución no normal por lo que se decidió a excluirla del análisis (Ver tabla A2).

Tabla A1. Prueba de normalidad: test Shapiro-Francia

Variable	Obs	W'	V'	z	Prob>z
tvi	164	0.90702	12.659	5.065	0.00001
tis	164	0.94127	7.996	4.191	0.00001
tco	164	0.75303	33.623	6.861	0.00001

Fuente: Cálculos propios

Tabla A2. Test de normalidad Shapiro-Francia después de la transformación Box-Cox

Variable	Obs	W'	V'	z	Prob>z
bctvi	163	0.99635	0.495	-1.512	0.93478
bctis	164	0.97523	3.372	2.499	0.00623
bctco	100	0.98743	1.136	0.260	0.39748

Fuente: Cálculos propios