



---

**CONGRESO  
IBEROAMERICANO**  
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,  
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

---

BUENOS AIRES, ARGENTINA  
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

---

**CONGRESSO  
IBERO-AMERICANO**  
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

---

BUENOS AIRES, ARGENTINA  
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

## **IMPACTOS DE LAS BECAS EN EL SISTEMA DE I+D+I UNIVERSITARIO COLOMBIANO DESDE LA PERSPECTIVA DE LAS FALLAS SISTÉMICAS**

BURBANO, P.P.

**IMPACTOS DE LAS BECAS EN EL SISTEMA DE I+D+I  
UNIVERSITARIO COLOMBIANO DESDE LA  
PERSPECTIVA DE LAS FALLAS SISTÉMICAS**

***IMPACTS OF THE SCHOLARSHIPS IN THE SYSTEM DE  
COLOMBIAN UNIVERSITY R+D+I FROM THE  
PERSPECTIVE OF THE SYSTEMIC FLAWS***

**Por: PEDRO PABLO BURBANO, M.Sc., Ph.D**

**INNOVAYACO SAS**

**innovayaco@gmail.com**

## RESUMEN

La investigación doctoral: BECAS DEL ESTADO Y SISTEMA DE I+D+i UNIVERSITARIO COLOMBIANO, compara la productividad científica y tecnológica<sup>1</sup> entre 2005-2009 de aquellos investigadores, líderes de grupos de investigación, registrados en COLCIENCIAS que recibieron beca entre 1974-2004 con aquellos que no fueron beneficiados por este auxilio del Estado colombiano. Para ello se utiliza los modelos de regresión de Poisson y Logit con el fin de establecer correlaciones entre las variables productividad científica y tecnológica, variable dependiente, e investigadores becados y no becados, variable independiente; esto con el propósito de argumentar sobre la tesis: los investigadores del sistema de I+D+i universitarios colombiano que recibieron beca para adelantar estudios a nivel nacional e internacional tienen mayores cotas de productividad científica y tecnológica que aquellos que no gozaron de este beneficio. Sin embargo, son los no becados los que logran mayores índices de productividad.

**PALABRAS CLAVES:** Falla de infraestructura, falla de capacidad, falla institucional, falla de mercado y falla de gobierno y estado

## ABSTRACT

*The doctoral research: GOVERNMENT SCHOLARSHIPS AND THE R+D+I COLOMBIAN UNIVERSITY SYSTEM, compares the scientific and technological productivity<sup>2</sup> between the period of 2005-2009 from those researchers, leaders of research groups, lawfully registered under COLCIENCIAS whom were awarded a scholarship between 1974-2004, with those researchers whom were not benefited by any Colombian government scholarship. Consequently, Poisson y Logit regression models are utilized with the purpose of establishing correlations between the scientific and technological variables, in this case used as the dependent variable, and the researchers awarded a scholarship versus those who were not, used as the independent variable. This is with the purpose of defending the thesis: The R+D+I Colombian university researchers whom were awarded a scholarship at a local or international level have higher scientific and technological productivity quotes than those whom were not awarded a scholarship. However, those researchers not awarded a scholarship show the highest productivity levels.*

**KEY WORDS:** *infrastructure flaw, capacity flaw, institutional flaw, market flaw, government and state flaw*

## INTRODUCCION

Los procesos y complejidad de la globalización impactan de distinta manera a todos los rincones del mundo. La sociedad y economía del conocimiento han permeado todas las actividades del ser humano. La ciencia, tecnología e innovación son factores de desarrollo que han originado nuevas formas de exclusión social, económica y política. Las políticas locales, regionales, nacionales e internacionales han creado

---

<sup>1</sup> PRODUCTIVIDAD CIENTIFICA: libros, capítulos de libros, ponencias nacionales e internacionales, artículos, proyectos. PRODUCTIVIDAD TECNOLÓGICA: patentes, prototipos, diseños, software.

<sup>2</sup> SCIENTIFIC PRODUCTIVITY: Books, book chapters, local and international dissertations, articles, projects. TECHNOLOGICAL PRODUCTIVITY: Patents, prototypes, designs, software.

escenarios de interrelación e interdependencia para poder encaminar el desarrollo sostenible. Las universidades se han convertido en epicentros de la creación, adaptación, adopción, utilización y difusión de conocimientos, pasando de un modo uno a un modo dos de creación de conocimientos (Gibbons et al., 1994), articulando acciones entre los actores y agentes de los sistemas sociales, económicos y políticos de las regiones y naciones del mundo. En fin, los cambios rápidos y fugaces han demandado procesos de innovación que reclaman la acción de equipos, de redes, de nodos, de comunidades,... para poder atenuar, asimilar y tener capacidad de adaptación a sus múltiples y variados impactos.

Hoy el conocimiento se ha tornado en una necesidad imprescindible para mejorar las condiciones de vida de los seres vivos, razón por la cual, el Estado, como coordinador, acompañante, orientador, debe participar decididamente en aquellos escenarios donde las fuerzas del mercado no actúan. Por ejemplo, para Colombia, la I+D+i general y universitaria, formación de talento humano, procesos de innovación productivos, comerciales y sociales, son lugares necesarios de participación del Estado como un integrante de la red, bajo el modelo del sistema de innovación y ante la existencia de fallas sistémicas, dando a éste modelo, con su acompañamiento, la fortaleza que necesita para adaptarse a la sociedad y economía del conocimiento.

En este marco, se pretende auscultar ideas, conceptos y conocimientos alrededor de la pregunta: ¿cómo han influido las políticas públicas de las becas sobre la productividad científica y tecnológica de los investigadores del sistema de I+D+i universitario colombiano?, partiendo de la hipótesis de trabajo: los investigadores del sistema de I+D+i universitarios colombiano que recibieron beca para adelantar estudios a nivel nacional e internacional tienen mayores cotas de productividad científica y tecnológica que aquellos que no gozaron de este beneficio.

Es decir, se proyecta comparar la productividad de los investigadores líderes de los grupos de investigación registrados en COLCIENCIAS que recibieron becas con aquellos que no gozaron de este beneficio del Estado, utilizando los modelos de regresión de Poisson, MRP, y logit, los cuales permiten evidenciar diferencias de productividad científica y tecnológica de los investigadores entre los años 2005-2009 que recibieron beca entre 1974-2004 y aquellos que no gozaron de este auxilio a la luz de las fallas sistémicas.

En este escenario, este artículo indica en la primera parte el planteamiento del problema y su justificación; los aspectos metodológicos se relacionan en la segunda parte; en tercer lugar, se hace alusión a los resultados de la investigación y finalmente se delinear las conclusiones de la investigación doctoral.

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION**

El mapa mundial del desarrollo de las naciones y pueblos indica variadas asimetrías alrededor de la producción, utilización y difusión de conocimientos. Unos que lo tienen todo y siguen por los senderos del progreso, en cambio otros, evidencian grandes desproporciones alrededor de las condiciones de vida. Los primeros aprovechan los conocimientos que crean, asimilan, transfieren y difunden para optimizar los sistemas productivos y competitivos, bajo la efigie de vivir bien, por más tiempo y de forma saludable. En cambio, los segundos, con un gran potencial de recursos naturales y humanos pero que no pueden transformar e incrementar sus capacidades.

Bajo este marco, la formación del talento humano de las regiones y naciones se ha tornado en aspecto estratégico para optimizar los procesos de productividad, competitividad e innovación, puesto que coadyuvan a incrementar la capacidad de absorción de conocimientos (Cohen y Levinthal, 1990), los cuales son un recurso valioso y esencial para competir y que bajo circunstancias especiales de “protección” es difícil de reproducir (Barney, 1991: 112) y proporcionan ventajas competitivas difíciles de imitar (Grant, 1996: 376).

Este escenario marcado por la exigencia que implica contar con los conocimientos necesarios para ser eficiente, productivo y competitivo, y articularse, de esta manera, a la sociedad y economía del conocimiento, se observa que Colombia tiene que hacer ingentes esfuerzos para acompasarse a estos cambios y lograr las capacidades necesarias para producir, transferir y utilizar conocimientos. La situación nacional en este campo no es nada alentadora. Algunos hechos así lo indican, por ejemplo:

1.- El personal trabajando en I+D es baja. En 2008 Colombia contaba con 27.957 personas de los cuales 14.983 eran investigadores y de estos 7.077 eran de tiempo completo (RICYT, 2010). En España, para este mismo año, contaba con más de 215 mil personas de tiempo completo, de ellas 130.915, el 60,7% eran investigadores a jornada completa, (COTEC, 2010: 30 y 31). Brasil ha repuntado exitosamente en este nuevo milenio y para el año 2008, según la RICYT (2010), contaba con más de 397 mil personas laborando en I+D, de ellas 240.482 son personas de tiempo completo; del total 157.966 son investigadores y de éstos 106.891 lo son de jornada completa.

2.- La formación del talento humano es primordial para el país, pero las cifras indican marcadas debilidades. Los doctores graduados a nivel nacional han pasado de 91 en 2006 a 208 en 2010 (OCyT, 2011: 43), cifra modesta en comparación con los doctores egresados en Brasil en 2010 que fueron más de 11.000 personas, según la RICYT (2011). Para el 2010, las áreas de los doctores graduados en Colombia fueron: ciencias naturales el 37,6%, ingeniería y tecnología el 20%, ciencias de la salud el 8,9%, ciencias agropecuarias el 5,8% y ciencias sociales y humanas el 27,7% (OCyT, 2011: 49).

Por otra parte, los profesionales que han deseado estudiar doctorados han contado con becas, créditos y becas-crédito<sup>3</sup>, las cuales han sido escasas, pues mientras en Colombia, año 2007, se dieron 210 becas para doctorado en Argentina se brindaron 2.229.

Las becas han sido escasas y han dependido de las fluctuaciones económicas y financieras del país. Por ejemplo, COLFUTURO ha contribuido con el 47,6% del total de becas entre los años 2000-2007. En este periodo se han formado 2.471 másteres. Una de las grandes dificultades que ha tenido COLCIENCIAS para el programa de becas han sido los recortes presupuestales y la finalización de los créditos internacionales.

Entre los años 2000-2007 se formaron en el exterior 1.468 doctores en las diferentes áreas del conocimiento. Se pasó de becar a 58 en el año 2000 a beneficiar a 210 en el 2007, por parte de las diferentes instituciones oferentes del país. Según el OCyT (2009: 53) el área que mayor número de becados a nivel de doctorado tuvo en el

---

<sup>3</sup> Las entidades que facilitaron becas, créditos y becas-crédito fueron: COLCIENCIAS, COLFUTURO, ICETEX, C. FULBRIGHT, DNP, B. DE LA REPUBLICA, F. MAZDA, DAAD, ECOPEL-ICP. (OCyT, 2011: 62).

periodo 2000-2007, fue tecnologías y ciencias de la ingeniería con el 35,2%, de un total de 1.308 beneficiarios; le sigue las ciencias naturales y exactas con el 27,7%; luego se ubica las ciencias sociales con el 25,6%; a continuación están las ciencias médicas con el 6,4%; y en seguida se encuentra tecnologías y ciencias agropecuarias con el 3,8%.

## **2. ASPECTOS METODOLOGICOS**

La investigación, para recopilar información, utilizó la encuesta y la entrevista. La encuesta manejó información que contiene la base de datos de COLCIENCIAS en los CVLAC Y GRUPLAC.

Según la base de datos de COLCIENCIAS, a mayo 31 de 2010, existían 4.239 grupos de investigación reconocidos y registrados por esta institución en las categorías A1, A, B, C y D. La población estuvo conformada por todos aquellos líderes de grupos reconocidos por COLCIENCIAS y clasificados en las categorías anteriormente anunciadas. De igual forma, la unidad de análisis de la investigación es el líder del grupo de investigación que haya o no recibido beca. Sobre él se destaca su formación, publicaciones científicas y resultados tecnológicos, horas dedicadas a la investigación, la edad personal, si ha recibido beca o no del Estado y la edad del grupo de investigación que lidera.

Las cohortes a tener de presente fueron: en primer lugar, los investigadores líderes de los grupos de investigación que hayan o no recibido beca por el Estado entre 1974-2004, para realizar estudios de posgrado (especialización, maestría y doctorado), a nivel nacional o internacional; y segundo, para el caso de la productividad, se tuvo en cuenta los años comprendidos entre 2005 hasta el 2009.

Sobre las encuestas, en primer lugar se hizo una piloto y después de haber enviado 772 encuestas aleatorias para igual número de líderes de los grupos de investigación, se recibieron 254 instrumentos, de las cuales se descartaron nueve<sup>4</sup>, para lograr un total de 245 encuestas válidas. Esta investigación tuvo una tasa de respuesta del 37%, cifra bastante positiva si se compara con aquellas realizadas a nivel internacional, utilizando internet<sup>5</sup>. Además, se entrevistaron 15 investigadores, los cuales estaban ubicados en las ciudades de Bogotá, Cali, Popayán, Manizales, Tunja y Bucaramanga.

## **3. RESULTADOS**

Es pertinente tener de presente que las personas que recibieron algún auxilio o beca por entes nacionales, sector público o privado, e internacionales, como aquellos que no fueron favorecidos por estos beneficios aparecen en la tabla I. De los 245 investigadores encuestados, 91 recibieron beca del estado colombiano, 8 del sector privado, 38 de organismos internacionales y 108 no fueron beneficiarios de las becas.

---

<sup>4</sup> Tres encuestas indicaban haber recibido beca fuera de la cohorte establecida en la investigación y las otras seis estaban incompletas (no informaban sobre la realización de los estudios, financiación de los estudios, por ejemplo).

<sup>5</sup> Alarcón et al. (2004) adelantó la investigación: "la formación en la estructura organizativa como determinante de la capacidad de absorción", logrando una tasa de respuesta del 8,26% de 751 cuestionarios. De igual forma, Tirado (2006) en su trabajo de investigación: "Capacidad de absorción de conocimientos de los mercados foráneos en las nuevas empresas internacionales españolas y belgas y el efecto de la velocidad de entrada", alcanzó una tasa de respuesta del 14%, después de enviar 537 a empresas españolas y 2.471 a empresas belgas. Expósito-Langa et al. (2009), Influencia de las dimensiones de la capacidad de absorción en el desarrollo de nuevos productos en un contexto de distrito industrial. Un estudio empírico al caso del textil valenciano, envió 320 encuestas y tuvo una tasa de respuesta del 21%.

Fueron 137 personas becadas por cualquier organización nacional o internacional y 108 no recibieron este patrocinio.

A partir de las anteriores cifras, se utilizó como instrumentos los modelos de Regresión de Poisson (MRP)<sup>6</sup> y el modelo LOGIT, con el fin de dar respuesta a la pregunta e hipótesis de trabajo, más arriba mencionadas, de tal manera que si  $H_0: \mu \leq 0,05$  se acepta que las becas influyen sobre la productividad científica y tecnológica y si  $H_1: \mu \geq 0,05$  sucede lo contrario.

TABLA I. RELACIÓN DE PERSONAS QUE SI RECIBIERON Y NO BECAS

Becas del estado	Becas sector privado	Becas organismos internacionales	Total personas beneficiadas por algún tipo de beca.	Personas no becadas por ninguna institución	Total personas encuestadas
91	8	38	137	108	245

FUENTE: esta investigación, 2010.

Es decir, si el nivel de significancia  $\mu^7$  es menor o igual que el 5% se convalida la hipótesis  $H_0$  y si  $\mu$  es mayor o igual que el 5% de significancia se acepta la hipótesis alternativa. Para contrastar la  $H_0$  y la  $H_1$ , se procedió de la siguiente forma:

Se consideraron los resultados científicos y tecnológicos, (SUMBITEC, en adelante), como variable dependiente. De igual manera, la formación de los investigadores, variable independiente, los cuales recibieron o no beca de cualquier institución pública o privada, lo mismo que del orden nacional e internacional y las variables de control fueron: género, edad, formación (especialización, maestría, doctorado), tipo de universidad (pública o privada), área de las ciencias, según la Unesco, (salud, agropecuarias, humanas, sociales, ingeniería y tecnología, ciencias naturales y exactas), posgrado cursado a nivel nacional o internacional, categoría del grupo (A1, A, B, C, D), cantidad de integrantes de los grupos de investigación, horas dedicadas a la investigación y tiempo que duró los beneficios de la beca. También se tomaron variables de referencia, las cuales, según el caso, fueron: la formación de doctorado, género femenino, universidad privada, ciencias naturales y exactas y grupo A1.

La tabla II reconoce variadas evidencias estadísticas de los modelos A, B, C, D, F y E, los que contienen las variables con las que se corrió la Regresión de Poisson (MRP) y Logit.

Considerando la tabla II, cuyo  $P > |z|$  o  $\mu$  para A, B y C fueron: 0,666, 0,807 y 0,301, respectivamente (becados), valor nada significativo, es decir, ser becado por una institución del Estado Colombiano, una empresa privada, o una organización internacional, no tiene ningún efecto sobre la publicación de resultados científicos y tecnológicos. Todo ello, manteniendo constantes las demás variables. La variable

<sup>6</sup> El modelo se corrió utilizando STATA 10.1 de 2010.

<sup>7</sup>  $\mu$ : Este símbolo en los resultados de los modelos de regresión de Poisson, MRP, y LOGIT se representan como:  $P > |z|$ . Es necesario aclarar que para esta investigación, así como para la mayoría de las investigaciones sociales, el nivel de significancia es de 0,05, indicando que se tiene un 95% de seguridad o confianza para generalizar sin equivocación contra un 5% de cometer error (Sampieri et al, 2003: 526), pues, según este grupo de investigadores, "el nivel de significancia es un valor de certeza que el investigador fija a priori, respecto a no equivocarse" (Ibidem, p. 526).

interactiva género que recibió beca indica que ser un profesional de sexo masculino becado por una entidad del Estado colombiano, una empresa privada, o un organismo internacional, no tiene ninguna influencia en la producción científica y tecnológica, según su  $P > |z|$  o  $\mu$  de los modelos B y C representados en 0,815 y 0,692, respectivamente.

TABLA II. PRODUCTIVIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DE LOS BECADOS

A	poisson sumbitec becados masculino edad especialización maestría univpub csalud cagr chumanas csociales ingytecno fornalint a b c d integrup tiembenbeca						
	Poisson regression		Number of obs = 245				
			LR chi2(18) = 1156.21				
			Prob > chi2 = 0.0000				
Log likelihood = -2057.2962		Pseudo R2 = 0.2194					
	SUMBITEC	COEF.	Std. Err.	Z	$P >  z $		
	Becados	.0270902	.0627571	0.43	0.666		
	Masculino	-.0987346	.0300533	-3.29	0.001		
B	poisson sumbitec becados bec_mas masculino edad especialización maestría univpub csalud cagropec chumanas csociales ingytecno fornalint a b c d integrup tiembenbeca						
	Poisson regression		Number of obs = 245				
			LR chi2(19) = 1156.26				
			Prob > chi2 = 0.0000				
Log likelihood = -2057.269		Pseudo R2 = 0.2194					
	SUMBITEC	COEF.	Std. Err.	Z	$P >  z $		
	Becados	.0180348	.0737883	0.24	0.807		
	Bec_mas	.0136351	.0584127	0.23	0.815		
	Masculino	-.1061187	.0436251	-2.43	0.015		
	poisson	sumbitec	becados	bec_mas	masculino	edad	edad2



C	especialización maestría univpub csalud cagropec chumanas csociales ingytecn a b c d integrup				
	Poisson regression <span style="float: right;">Number of obs = 245</span>				
	LR chi2(18) = 1170.48				
	Prob > chi2 = 0.0000				
Log likelihood = -2050.1574 <span style="float: right;">Pseudo R2 = 0.2221</span>					
	SUMBITEC	COEF.	Std. Err.	Z	P> z
	Becados	.0512359	.0495147	1.03	0.301
	Bec_mas	.0230739	.0583073	0.40	0.692
	Masculino	-.1104097	.0435939	-2.53	0.011
D	poisson sumbitec becados masculino edad especializacion maestria univpub bec_upub csalud cagropec chumanas csociales ingytecn fornalint a b c d integrup tiembenbeca				
	Poisson regression <span style="float: right;">Number of obs = 245</span>				
	LR chi2(19) = 1248.32				
	Prob > chi2 = 0.0000				
Log likelihood = -2011.2386 <span style="float: right;">Pseudo R2 = 0.2368</span>					
	SUMBITEC	COEF.	Std. Err.	Z	P> z
	Becados	-.307213	.0724124	-4.24	0.000
	Bec_upub	.545051	.0571977	9.53	0.000
E	. logistic becados masculino edad edad2 especializacion maestria univpub csalud cagropec chumanas csociales ingytecn integrup sumbitec				
	Logistic regression <span style="float: right;">Number of obs = 245</span> <span style="float: right;">LR chi2(13) = 55.58</span>				

		Prob > chi2 = 0.0000			
		Log likelihood = -140.31193		Pseudo R2 = 0.1653	
	BECADOS	ODDS RATIO	Std. Err.	Z	P> z
	Masculino	1.855337	.6167077	1.86	0.063
	Edad	.733286	.1092964	-2.08	0.037
	Sumbitec	1.004975	.0074928	0.67	0.506
. poisson articulos becados masculino edad especializacion maestria univpub csalud cagropec chumanas csociales ingyteco fornalint a b c d integrup tiembenbeca					
		Poisson regression		Number of obs = 245	
				LR chi2(18) = 760.75	
				Prob > chi2 = 0.0000	
		Log likelihood = -1287.8887		Pseudo R2 = 0.2280	
	ARTICULOS	COEF.	Std. Err.	Z	P> z
F	Becados	-.4124961	.1045378	-3.95	0.000
	edad	.0072414	.0024478	-2.96	0.003

Fuente: esta investigación, 2011

También, al considerar el modelo D con la variable interactiva becado que labora en la universidad pública, se puede colegir dos situaciones: la primera, los becados por cualquier institución pública o privada ya sean del orden nacional o internacional tienen menos productividad científica y tecnológica que aquellos que no recibieron este auxilio, pues los becados produjeron 0,3 menos productos científicos y tecnológicos que los no becados; la segunda, los investigadores becados que laboran en las universidades públicas lograron mayores resultados científicos y tecnológicos que aquellos investigadores sin beca que trabajan en la universidad privada, pues aquellos alcanzaron 0,54 productos científicos y tecnológicos que éstos.

Así mismo, al aplicar el modelo logit, modelo E, ser becado no aumenta las probabilidades de mejorar la productividad científica y tecnológica del investigador del sistema de I+D+i universitario colombiano, aseveración que se hace debido a la significancia que tiene la variable SUMBITEC, la cual tiene un valor de 0,506, muy por encima de la significancia propuesta para esta investigación que es de 0,05. Y de igual forma, el modelo E, regresión de Poisson, indica que los becados producen menos artículos que los no becados, es decir, los que recibieron un auxilio para estudiar un posgrado originan 0,41 artículos menos que los no beneficiados por una beca.

¿Por qué se presentan estos hechos? Las apreciaciones siguientes procuran dar una explicación a la luz de las fallas sistémicas:

1.- En el marco de las fallas institucionales, la tradición oral y escrita son básicas para acumular experiencias y conocimientos alrededor de los procesos económicos y sociales, según North (2006: 95), para provocar mejores condiciones de vida de una sociedad. En este contexto, las políticas de C+T+I del país, en especial las universitarias, han sido tenues y marginales. No han sido políticas estratégicas para el país durante más de doscientos años, tomando como referencia la Expedición Botánica, focalizando su pertinencia volátil cada vez que a los gobiernos de turno se le ocurriera o porque algunos investigadores del país reclamaran más atención para la misma, voces, estas últimas, que han quedado en los anaqueles de los buenos propósitos y olvidados por el tiempo, y que de cuando en cuando se rememoran debido a los acontecimientos internacionales y se retrotraen a la memoria, destacando su fugaz importancia. Hoy las políticas de C+T+I perduran los periodos presidenciales, cuatro años, muy inferiores a las políticas que demandó mantener la Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada, la cual duró más de treinta años, (UN, 2009: 3). Esta situación indica fallas institucionales, de gobierno y Estado.

2.- Las fallas institucionales, de gobierno y Estado y de mercado han contribuido para que la C+T+I sean factores de desarrollo secundario debido a la escasa co-evolución de la ciencia, tecnología e innovación con la economía, la política y las instituciones. Han prevalecido decisiones económicas y políticas que marginan los avances científicos y tecnológicos, fallos que han sido arropados, consolidados y promovidos por las diversas instituciones del país.

La escasa capacidad humana articulada al sistema productivo indica que la tradición empresarial colombiana revela que la I+D ha sido exigua y las políticas de C+T+I escasas, por tanto, no es extraño indicar baja cultura por la innovación. Esto ha dado pie para que durante varios siglos en Colombia la I+D+i sea de bajo perfil para el desarrollo sostenible del territorio y se vaya convirtiendo en una política carente de importancia para el país. Este ambiente adverso para la C+T+I ha impedido crear, transformar y difundir conocimientos en y desde Colombia.

3.- La parte financiera y legal del sistema de innovación colombiano ha tenido variados obstáculos que le han impedido visibilizar los diversos esfuerzos que se han hecho en materia de C+T+I. Por ejemplo: los programas de C+T+I son pocos conocidos y utilizados por el sistema productivo colombiano; los apoyos legales y fiscales que el Estado ha brindado al sistema productivo han sido simplemente postulados que no se han utilizado y aprovechado por parte del sistema empresarial colombiano; los apoyos financieros que se facilitan a los empresarios, por tener tanta tramitología, terminan sin ser utilizados por los actores del sistema productivo; los sistemas de agrupación empresarial, clústeres, son escasamente aplicados y poco empleados para generar sinergia organizacional e institucional; los recursos financieros dedicados a C+T+I, por ser altamente riesgosos y con alto grado de incertidumbre, no se disponen con facilidad; existencia de un marcado divorcio entre los actores del sistema de innovación (universidad, empresa, Estado) que impide aprovechar las bondades de la C+T+I desde la cooperación, entre otros<sup>8</sup>.

El fomento y estímulo, por parte de las universidades y organismos públicos de investigación, hacia el logro de resultados científicos, ha hecho que el sistema de innovación vea en estos entes forjadores de conocimientos, entidades más teóricas

---

<sup>8</sup> La mayoría de las empresas, el 57,1% no hacen ningún tipo de innovación (DANE, COLCIENCIAS, DNP, 2010: 1). Solamente un cuarto de las empresas encuestadas conocen los programas que se llevan a cabo en COLCIENCIAS (DANE, COLCIENCIA, DNP., 2005: 18).

que prácticas, motivo por el cual, los empresarios, principalmente, no acudan a estas instituciones a resolver problemas particulares y generales de su quehacer empresarial y productivo. Así mismo, los empresarios, al promover y dedicar recursos a I+D de manera escasa, observan que la transferencia de tecnología e innovación la pueden conseguir en el mercado nacional o internacional con mayor facilidad que hacerlos con las universidades o instituciones de educación superior. El sistema de innovación al no buscar puntos de convergencia para actuar, jamás encontrará pretextos, contextos y textos para transformar y crear conocimientos que resuelvan las realidades cambiantes del país.

4.- La institucionalidad se ve fortalecida por el Estado y los gobiernos de turno cuando se trata de formar cultura y valores, colocando la atención y acción sobre aspectos fundamentales para el desarrollo de una nación. Países como Colombia, según Bareto de Castro (2005), se ve obstaculizada para focalizar la C+T+I debido a la prevalencia de otros problemas sociales, económicos y políticos más evidentes y urgentes, dando margen a un tercer y cuarto plano la pertinencia de la C+T+I, olvidando y descartando que esos mismos problemas sociales, económicos y políticos bajo una mirada y actuación de la C+T+I pueden ser objeto de alternativas de solución más inmediatas y aterrizadas a la realidad y contextualización regional y nacional.

Las capacidades se visibilizan si existen labores de equipo y se articulan a redes que faciliten compartir conocimientos y experiencias. En el sistema de innovación los esfuerzos de los agentes se deben focalizar para alcanzar puntos críticos que evidencien resultados e impactos. La dispersión de los investigadores realizando variedad de labores, más académicas que investigativas, y los escasos recursos para hacer I+D+i provocan impactos imperceptibles al sistema en su totalidad. A esto se une y genera sinergias negativas, el espíritu empresarial e innovativo de los agentes, los cuales, al unirse a los precarios incentivos, forjan ambientes que separan la realidad productiva con la investigación científica adelantada en la universidad, por ejemplo. Unido a los dos anteriores problemas, se debe destacar el destino que tienen los recursos públicos para fomentar y fortalecer el sistema de I+D+i, los cuales incentivan más la investigación científica que la tecnológica, financiando proyectos preferiblemente de corto plazo, política que estimula y acentúa el divorcio entre universidad-empresa-estado.

Las individualidades excesivas no influyen sobre el todo del sistema de C+T+I, debido a la escasa articulación de los resultados o impactos al sistema dinámico de I+D+i. Esto está pasando con las políticas de C+T+I en Colombia, son esfuerzos puntuales que no engranan con los diversos agentes del sistema de innovación, razón por la cual no influyen sobre la productividad científica y tecnológica. Las acciones colectivas dan mayor fruto y se visibilizan con el correr de los años, en donde los investigadores, además de pertenecer a grupos de investigación, tienen que articular los resultados de las investigaciones con las realidades sociales, económicas y políticas del sistema de C+T+I. Es decir, se debe

“transformar la ciencia en un proyecto colectivo, en el que el individualismo de los científicos académicos tradicionales ha sido definitivamente socavado. La colectivización de la ciencia, concepto fundamental en el retrato que Ziman traza de la ciencia posacadémica, se refleja en el hecho de que los científicos de hoy en día tienen menos autonomía en la elección de sus problemas de investigación, ya que los objetivos de la investigación son establecidos por diversas organizaciones no científicas y, además, se ven ahora obligados a trabajar en un marco social más

organizado en el que tienen que demostrar su experiencia como miembros de equipos de investigación” (Jiménez-Buedo y Ramos Vielba, 2009: 728).

Las variadas actividades científicas de los investigadores del sistema de I+D+i universitario colombiano reflejan más labores teóricas que prácticas, acciones de interés académico que contextualizadas, publicación de resultados científicos que tecnológicos. Esta dicotomía perjudica el desarrollo del país, pero, sin lugar a equivocaciones, es el resultado de las políticas educativas y del sistema de C+T+I existentes, pues estos modelos estimulan más la publicación de libros, artículos, capítulos de libros, entre otros, que el patentamiento de la producción intelectual o la creación de prototipos. Lo óptimo sería alcanzar un equilibrio entre generar resultados científicos y tecnológicos. El conocimiento actual pasa por el filtro social y económico que vive la sociedad en general y ella influye de manera significativa sobre la producción de conocimientos, pues “su validez descansa en una amplia comunidad formada por productores, diseminadores, comerciantes y usuarios del conocimiento” (Jiménez-Buedo y Ramos Vielba, 2009: 723).

5.- A partir de las fortalezas y oportunidades que tiene el sistema de innovación, es importante analizar las fallas que puede cometer el Estado, al implementar políticas de C+T+I, cuando participa en el marco del sistema de innovación, entre las cuales se pueden destacar:

i.- Sobre el sistema de innovación se hace más notoria la ausencia del Estado cuando hace políticas públicas de C+T+I para un periodo presidencial, a sabiendas de que los resultados e impactos son innegables en el largo plazo, cae en la “inconsistencia dinámica”<sup>9</sup> (Hernández y Olivari, 2006: 111). Los gobiernos de turno invierten con el convencimiento de ver resultados al final del mandato, percepción que no acompasa con la C+T+I. También, “inconsistencia dinámica” se visibiliza cuando los gobiernos conociendo la pertinencia de la C+T+I para el desarrollo de los pueblos no obra en consecuencia y tímidamente aplican una política, la que debería ser fuerte y sostenida en el espacio y en el tiempo. Las comunidades, con el bajo nivel de escolaridad, 7,6 años (DNP, 2004: 17)<sup>10</sup>, entre escoger la solución duradera basada en la C+T+I y una coyuntural, selecciona la segunda, debido a las asimetrías existentes con la información y porque viene acostumbrada, ancestro cultural, (“Si algo hemos aprendido acerca de la historia del desarrollo económico es que la cultura es lo que

---

<sup>9</sup> “La inconsistencia dinámica se refiere a la dificultad que enfrenta una autoridad para perseverar con una acción de política que puede tener costos en el corto plazo y cuyos beneficios se ven en el largo plazo”. (Hernández y Olivari, 2006: 111).

<sup>10</sup> Según esta fuente, desde 1950, proyección personal, realizada a partir de esta información, en Colombia, cada 10 años se incrementó un año de escolaridad en las personas mayores de 15 años, pues en aquel año, el nivel de escolaridad era de 2,2 años.

determina toda la diferencia. En eso Max Weber tenía razón)<sup>11</sup> a tomar decisiones alrededor de lo inmediato descartando los beneficios del largo plazo.

ii.- El Estado, bajo el enfoque problemas de agencia, encuentra varias acciones de participar con el fin de atenuar dificultades sobre asimetría de la información. Por ejemplo, las becas para la formación del talento humano pueden apaciguar las variadas dificultades que tiene la C+T+I. Tener talento humano cualificado y la necesaria capacidad para absorber conocimientos es cerrar la brecha entre la información que se vende en el mercado, adquisición que escasamente puede hacer el sector privado, y la capacidad de asimilación que esa comunidad científica posee para dar respuestas al sistema de innovación en todo aquello que tienen que ver con los procesos de innovación, eficiencia, productividad y competitividad.

6.- Y finalmente, identificar argumentos para encontrar respuestas al porque los investigadores del Sistema de I+D+i universitario colombiano que recibieron beca y aquellos que no gozaron de este beneficio no evidencian diferencias en la productividad científica y tecnológica, es remitirse a auscultar el diseño de la política de becas y su implementación bajo el enfoque sistémico.

En primer lugar, los diversos CONPES al delinear la política nacional de C+T+I e identificar la formación del talento humano, por medio de las becas, como una de las estrategias que posibilitan incrementar las capacidades del país y lograr desarrollo y crecimiento económico (DNP, 2009: 1), no explicitan, como un requisito para los beneficiados de las becas, realizar publicaciones científicas y tecnológicas, pues asumen que esta labor hace parte del quehacer integral del investigador.

En segundo lugar la implementación de las becas se responsabiliza a las principales agencias del ESTADO, como por ejemplo COLCIENCIAS, BANCO DE LA REPUBLICA, COLFUTURO e ICETEX, las cuales elaboran los diversos procesos para la implementación de las becas. Entre las principales acciones de estas agencias se pueden resaltar:

i.- Difusión de la existencia de becas y establecer los requisitos para hacerse acreedor a ellas.

ii.- Establecer criterios académicos e investigativos y precisar requisitos generales para seleccionar a los candidatos que se beneficiarán de las becas. Entre ellos, se destacan: idioma inglés, carta de aceptación de la universidad donde va a cursar el posgrado, tener CvLAC y publicaciones reconocidas, pertenecer a un grupo de investigación reconocido por COLCIENCIAS, edad (38 años máximo), cartas de

---

<sup>11</sup> LANDES, David. *La riqueza y la pobreza de las naciones*. Javier Vergara Editor. Argentina 1999. (citado por: Hernández y Olivari, 2006: 68)

presentación de dos reconocidos investigadores, promedio de calificaciones por encima de 3,8 puntos, carta del tutor del doctorando, etc.

Y en tercer lugar, tanto el diseño de política como la implementación de las becas se analizan desde el enfoque sistémico, considerando los siguientes aspectos:

Los becados como los no becados, una vez finalizado sus estudios, enfrentan escenarios laborales e investigativos diferentes. La productividad científica y tecnológica de los investigadores no va a depender del haber sido o no beneficiado por la beca sino del “espacio de funcionamientos” (Amartya Sen, 1999; citado por Echeverría, 2008d, p. 104) y de las “capacidades” (Amartya Sen, citado por Echeverría, 2008d, p. 104) que los mismos posean. El primero tiene que ver con las diversas actividades que el investigador al valorar puede desplegar hacer y la segunda con la absorción y transferencia de conocimientos para crearlos, adoptarlos, adaptarlos y difundirlos en diversos contextos.

Las “capacidades” y “espacio de funcionamientos” por una parte obedecen a actitudes individuales y a la formación acogida, más no del beneficio de la beca que haya o no recibido. La productividad científica y tecnológica obedece a intereses personales y colectivos, los cuales son marcadamente influidos por las “capacidades” y “espacio de funcionamientos” de los investigadores del sistema de I+D+i universitario colombiano.

Para dar una dilucidación posible, la fallas sistémicas proporcionan algunas pistas y análisis desde la perspectiva del Sistema de Innovación, específicamente del subsistema de I+D+i universitario. Entre las principales fallas sistémicas y que influyen sobre la productividad científica y tecnológica de los investigadores del sistema de I+D+i universitario, se resaltan:

i.- Según Smith (1999) y Edquist et al. (1998), las fallas de infraestructura afectan los espacios de funcionamiento del investigador y reducen la capacidad potencial del mismo por cuanto se ve limitado para adelantar investigaciones. Carecer de conectividad, laboratorios, base de datos, bibliotecas, oficinas adecuadas para el trabajo, (Woolthuis et al., 2009: 5),... se convierten en fallas sistémicas que afectan el rendimiento y la productividad científica y tecnológica del investigador.

ii.- Las fallas de transición (Smith, 1999), tienen que ver con las capacidades que tiene el investigador para adaptarse a los cambios que experimenta al retorno de su formación posgradual. ¿Qué capacidad tiene el investigador para adaptarse al medio que llega y generar ambientes funcionales para su desempeño profesional? Las capacidades y espacio de funcionamientos, según Sen (1999), Smith (1999) y Malerba (1993), le permiten fluir en el escenario de trabajo e interactuar con los diversos actores y factores que debe vivenciar en el día a día, o por el contrario hallar resistencia y bloqueos que toma la decisión de seguir la inercia del sistema imperante, actitud esta última que favorece la resistencia al cambio y la falla sistémica genera obstáculos que retardan los avances del sistema de I+D+i universitario.

iii.- Las fallas de bloqueo, según Smith (1999), presenta escenarios donde el investigador es capaz de irrumpir una estructura y generar nuevos espacios capaces de estimular su trabajo y su permanencia, o por el contrario, el bloqueo (ambientes hostiles para la investigación, carencia de laboratorios, insuficiente conectividad, escaso apoyo a las iniciativas investigativas, etc.) es mayor que opta por seguir

apoyando las cosas como están (inercia) y evitar complicaciones profesionales e investigativas.

iv.- Las fallas institucionales, según Smith (1999), Johnson y Gregersen (1994), indican que el investigador necesita un medio para interactuar (Edquist et al., 1998; Carlsson y Jacobsson, 1997), interacción que implica cooperación y aprendizaje (Lundvall, 1992), labores que requieren de leyes, por ejemplo para incrementar los estímulos, o también demanda ambientes corporativos apropiados (Smith, 1999; y Johnson y Gregerse 1994), para desplegar acciones investigativas de forma individual, colectiva, en red, presencial o virtual, tareas, todas ellas, que van tejiendo y articulando procesos coevolutivos (Edquist et al., 1998; Johnson y Gregersen, 1994), que ocasionan variados spillovers para la sociedad, la universidad, la I+D+i, los estudiantes, las empresas, los auxiliares de investigación, etc. Pero también, la falla institucional se observa en la manifestación de culturas y valores por cuanto, una cultura investigativa fortalece los quehaceres investigativos o por el contrario la debilita. Una estructura administrativa convencida del papel de la investigación en el sistema de I+D+i universitario apoyará variadas formas de investigación, desarrollo e innovación.

v.- Según Carlsson y Jacobsson (1997), las fallas de red se evidencian en la interacción y relación con el medio social, educativo e investigativo, principalmente, escenario que establece flujos de comunicación variadas, de tal manera que aflore la formación del investigador para hacer uso distinto de la red y pueda construir espacios para su buen funcionamiento. Así mismo, la red permite consolidar las capacidades investigativas y generar sinergias variadas. Potenciar la capacidad de uso disminuye de manera sustancial la existencia de la falla y facilita construir fortalezas para el sistema de I+D+i universitario. Pero si se da la falla de red, el investigador y los que interactúan y se relacionan con él pierden oportunidades de aprendizaje, se reduce la capacidad de absorber y transferir conocimientos.

Por consiguiente, las políticas de C+T+I ameritan labor de equipo y confluencia de fuerzas, bajo objetivos comunes, del sistema de innovación, resaltando el papel de las becas para la formación del talento humano como una estrategia que aumenta la capacidad de absorción y transferencia de conocimientos del sistema de innovación. Es decir, las diversas fallas sistémicas han contribuido, unas más que otras, a demostrar que las becas no influyen de manera sustancial sobre la productividad científica y tecnológica y que producir libros, artículos, patentes, etc., obedecen a varios factores, no son exclusivamente de recibir o no recibir una beca. A la productividad científica y tecnológica de los investigadores del sistema de I+D+i confluyen varias causas, es multicausal.

## **CONCLUSIONES**

¿Por qué las becas no influyen sobre la productividad científica y tecnológica de los investigadores del sistema de I+D+I universitario? Entre los argumentos principales, a la luz de las fallas sistémicas, se mencionan:

1.- La falla de infraestructura ralentiza los procesos de investigación en la medida en que no se cuente con base de datos, escasez de material bibliográfico afín a los intereses del investigador, insuficientes elementos indispensables para lograr una red



de comunicación interna y externamente, falta de un lugar apropiado para trabajar de forma individual y colectivo, entre otros. Es decir, la infraestructura que rodea al investigador ejerce influencia sobre la manera de pensar, sentir, comportarse y actuar.

2.- La falla institucional atrasa los procesos de investigación en la medida en que la cultura por la investigación sea incipiente, lo mismo que exista normas y reglas que impidan la fluidez investigativa que requiere un investigador, como por ejemplo, tener una contratación de tiempo ocasional o estar vinculado de hora cátedra, escasos auxiliares, procesos administrativos paquidérmicos, entre otros.

Se necesita un positivo ambiente, el cual se refleja en los estímulos que reciba; en los apoyos humanos, físicos y financieros; en la posibilidad de acceder a base de datos y a redes; en el apoyo para realizar aprendizajes continuados; en el tiempo para investigar; en la cofinanciación de los proyectos; en los trámites administrativos, entre otros. La presencia reducida o la ausencia de ellos entorpecen la investigación.

3.- La falla de capacidad hace alusión a la tardía asimilación de los cambios sociales, económicos, políticos, científicos y tecnológicos que se tiene, impidiendo una adaptación oportuna para acomodarse a las exigentes demandas de la sociedad y economía del conocimiento y del aprendizaje. Es decir, se evidencian en los procesos de innovación y aprendizaje cuando los cambios debidos a estos dos factores exigen habilidades y destrezas para adoptar, adaptar, usar y difundir nuevos conocimientos, lo mismo que la maestría para coordinar la asimilación de estos conocimientos a su estructura organizacional, productiva y comercial

4.- Las fallas de mercado se evidencian cuando los actores del Sistema de Innovación Nacional son renuentes a invertir en formación del talento humano, debido a la incertidumbre que esto implica, sabiendo la necesidad de contar con capacidades de absorción de conocimientos. Las empresas e industrias que escasamente vinculen investigadores a su sistema productivo y rara vez realicen intercambios con el sistema de I+D+I universitario, crean ambientes poco favorables para los procesos de investigación del país. Apenas una cuarta parte de las empresas manufactureras conoce los programas y proyectos de COLCIENCIAS.

5.- Las fallas de gobierno y Estado perjudican los procesos de investigación en la medida en que se financian programas y proyectos de corto plazo, las inversiones son escasas, los procesos administrativos son lentos,... Es decir, el gobierno y Estado ralentizan los procesos de investigación en la medida en que fomenta la distorsión de los recursos y su operación, según Krueger (1990) y Dutrénit et al. (2010), los cuales

se presentan por omisión o comisión, el primero visibilizado por la no asignación de recursos y el segundo por generar costos de transacción excesivos.

Es decir, este tipo de fallas, se presentan cuando la normatividad ahuyenta a los empresarios e investigadores. Por ejemplo, más del 52% de los docentes universitarios son vinculados laboralmente por la modalidad de hora cátedra. Los exiguos recursos financieros para estimular las spin-off y star-up universitarias son escasos y los investigadores, según nuestro modelo de innovación, están más estimulados para generar resultados científicos que tecnológicos.

Un país con talento humano y capital social en abundancia y de calidad, está preparado para asumir complejas tareas que demandan la sociedad y economía del conocimiento. Lograr este cometido requiere, un gobierno que dinamice políticas de C+T+I de largo plazo, un sistema productivo que emplace conocimientos y genere servicios y productos innovadores, funcione un sistema educativo articulado a las variadas circunstancias sociales, económicas y políticas bajo una perspectiva local, nacional e internacional, una institucionalidad fuerte y eficiente, particularmente de la C+T+I. Es decir, “la experiencia internacional enseña, en definitiva, que un país con mayores fortalezas en el ámbito de la innovación -con consumidores más exigentes, empresas más dinámicas, trabajadores más preparados y un gobierno promotor- está mejor preparado para enfrentar las incertidumbres generadas por el actual entorno de competencia global” (Hernández y Olivari, 2007: 33).

Por consiguiente, las fallas sistémicas influyen sobre la productividad científica y tecnológica de los investigadores del sistema de I+D+I universitario colombiano, razón por la cual, se debe implementar alternativas de solución de forma integral, más holística, y no individual como hasta el momento se vienen proponiendo e implementando.

## **BIBLIOGRAFIA**

AMSDEN, A. H. (2004), La sustitución de importaciones en las industrias de alta tecnología. Prebisch renace en Asia, en *Revista de la CEPAL* 82, Abril, pp. 75-90

ANDRADE, P. y PUYANA, A. (2010), *La pobreza en América Latina. ¿Una dimensión olvidada de la integración económica regional?* Buenos Aires: CLACSO.

ARCHIBUGI, D. y MICHIE, J. (1998), Trade, Growth and Technical Change: What Are the Issues, en *Trade, Growth and Technical Change*, Archibugi y Michie, eds., Cambridge University Press, R.U.

ARNOLD, E. (2004), “Evaluating research and innovation policy: a systems world needs systems evaluations”, en *Research Evaluation*, volume 13, No. 1, Abril, pp. 3-17

BARETO DE CASTRO, L. A. (2005), Strategies to assure adequate scientific outputs by developing countries - a scientometric evaluation of Brazilian PADCT as a case study, *Cybermetrics. Issues Contents*: Vol. 9 (2005), pp. 1-27. (En línea) <http://www.cindoc.csic.es/cybermetrics/articles/v9i1p1.html>. (consulta: 12-05-2012)

BARNEY, J. B. (1991), "Types of competition and the theory of strategy: Towards an integrative framework", *Academy of Management Review*, vol. 11, n.º 4, pp. 791-800

BENAVENTE, J. M. (2004), *Innovación tecnológica en Chile. ¿Dónde estamos y qué se puede hacer?*, Santiago de Chile, Banco Central de Chile.

CARLSSON, B. y JACOBSSON, S. (1997), "In search of useful public policies: key lessons and issues for policy makers". In: Carlsson, B., (Ed.), *Technological Systems and Industrial Dynamics*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht

CHESNAIS, F. (1993), "The French National System of Innovation", en *National Innovation Systems, A Comparative Analysis*, Nelson, R., ed., Oxford University Press, N.Y.

COHEN, W. y LEVINTHAL, D. (1990), "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation", *Administrative Science Quarterly*, 35, vol. 1, nº 1.

COLCIENCIAS (2008), *Colombia construye y siembra futuro. Política nacional de fomento a la investigación y la innovación*, Bogotá: Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, COLCIENCIAS.

COTEC (2007), *Tecnología e innovación en España, informe COTEC 2007*, Madrid: Gráficas Arias Montano.

COTEC (2010), *Tecnología e Innovación en España Informe Cotec 2010*, Madrid: Gráficas Arias Montano, S.A.

DANE, COLCIENCIAS y DNP (2005), *Innovación y desarrollo tecnológico en la industria manufacturera. Colombia 2003-2004*, Bogotá: DNP

DANE, COLCIENCIAS y DNP (2010), Encuesta de desarrollo e innovación tecnológica en la industria manufacturera-EDIT III 2005-2006, Bogotá, boletín de prensa. (En línea) [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co) (Consulta: 12-03-2011)

DNP (2004), *Visión Colombia. II Centenario*, Bogotá: DNP.

DNP (2009), *CONPES 3582: Política Nacional de ciencia, tecnología e innovación*, Bogotá: DNP

DODGSON, M.; HUGHES, A.; FOSTER, J. y METCALFE, J.S. (2010), Systems thinking, market failure, and the development of innovation policy: The case of Australia, UQ Economics Discussion Paper No. 403: Department of Economics, University of Queensland. And Centre for Business Research Working Paper 397, University of Cambridge, pp. 1-44

DOSI, G. (1988). "The Nature of the Innovative Process." In: G. Dosi *et al.*, editors. *Technical Change and Economic Theory*. London, United Kingdom: Pinter Publishers.

DUTRÉNIT, G. y DE FUENTES, C. (2003), *Derramas de conocimiento y capacidad de absorción, en Sistemas regionales de innovación: un espacio para el desarrollo de las pymes*, México: Universidad Autónoma Metropolitana.

DUTRÉNIT, G.; CAPDEVILLE, M.; CORONA, J.; PUCHET, M.; SANTIAGO, F. y VERA-CRUZ, A., (2010), *El Sistema Nacional de Innovación Mexicano: Instituciones, Políticas, Desempeño y Desafíos*, México: UAM-X.

ECHEVERRÍA, J. (2008d), "Tecnociencias y transformación social: las nanotecnologías y los programas covering technologies", en: En *las fronteras de la ciencia*, Bermejo D. (Ed.), Madrid: Anthropos Editorial, pp. 101-127

EDQUIST, C., et al. (1998), The ISE Policy Statement—the Innovation Policy Implications of the Innovations Systems and European Integration. Research project funded by the TSER programme (DG XII). Linköping University, Linköping.

EDQUIST, CH. (1997), *Systems of innovation: technologies, institution and organization*, London, Pinter Publisher Ltd.

EICHER, C.K. (1999), *Institutions and the African Farmer*, tercera conferencia de economistas distinguidos, CIMMYT, México.

ESSER, K.; HILLENBRAND, W.; MESSNER, D y MEYER-STAMER, J. (1994), Competitividad sistémica. Competitividad internacional de las empresas y políticas requeridas. Instituto Alemán de Desarrollo, Berlín.

ETZKOWITZ, H y L. LEYDESDORFF (2000), "The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations", *Research Policy*, 29: 109-123.

GIBBONS, M.; LIMONGES, C.; NOWOTNY, H.; SCHWARTZMAN, S.; SCOTT, P. y TROW, M. (1994), *The New production of Knowledge: the Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*, Sage Publications, London.

GRANT, R. M. (1996b), "Prospering in dynamically-competitive environments: Organizational capability as knowledge integration", *Organization Science*, Vol. 7, No. 4, pp. 375-387.

GUY, K. y NAUWELAERS, C. (2003), "Benchmarking STI policies in Europe: in search of good practice", in *The IPTS Report*, No. 71, Sevilla: IPTS.

HEIJS, J. (2001), Sistemas nacionales y regionales de innovación y política tecnológica: una aproximación teórica. Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense, Documento de trabajo, nº 24, Madrid, Octubre. (En línea) [www.ucm.es/bucm/cee/iaif](http://www.ucm.es/bucm/cee/iaif) (Consulta: 25-07-2011)

HERNÁNDEZ, P. y OLIVARI, J. (2006), *Hacia una estrategia nacional de innovación para la competitividad*, Santiago de Chile: CNC, Chile.

IDRC, (1977), *A Decade of Reform*, (En línea) [www.idrc.ca](http://www.idrc.ca). (Consulta: 12-06-2012)

JIMENEZ-BUEDO, M. y RAMOS VIELBA, I. (2009), "¿Más allá de la ciencia académica?: modo 2, ciencia posacadémica y ciencia posnormal", en *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, CLXXXV 738 julio-agosto, pp. 721-737

JOHNSON, B. y GREGERSEN, B. (1994), "System of innovation and economic integration". *Journal of Industry Studies* 2, 1–18.

KECK, O. (1993), "The National System for Technical Innovation in Germany", en *National Innovation Systems, A Comparative Analysis*, Nelson, R., ed., Oxford University Press, N.Y.

KOSCHATZKY, Knut (2002), Fundamentos de la economía de redes. Especial enfoque a la innovación, *Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe*, en *Economía Industrial* No. 346 • 2002 / IV, Madrid. (En línea)

[Http://www.mitcyc.es/publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial](http://www.mitcyc.es/publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial) (Consulta: 1-09-2012).

KRUEGER, A. (1990), "Government Failures in Development", *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 4, No. 3 (Summer), pp. 9-23, American Economic Association.

LANDES, David. (1999), *La riqueza y la pobreza de las naciones*. Buenos Aires, Argentina: Javier Vergara Editor.

LANDRY, R.; AMARA, N. y LAMARI, M. (2001), "Utilization of social science research knowledge in Canada", *Research Policy*, 30(2), 333-349.

LORENTZEN, J. (2005), «The Absorptive Capacities of South African Automotive Component Suppliers», *World Development*, vol. 33, n° 7, pp. 1153-1182.

LUNDEVALL, B-A. (ed.) (1992), *National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter, London.

LUNDEVALL, B-A. (2000), Introduction, in Edquist, Charles and Maureen McKelvey (eds.). *Systems of Innovation: Growth, Competitiveness and Employment*, An Elgar Reference Collection, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK.

MALERBA, F. (1993), "The National System of Innovation: Italy", en *National Innovation Systems, A Comparative Analysis*, en Nelson, R., ed., Oxford University Press, N.Y.

MALERBA, F. (1997), Public policy and industrial dynamics: An evolutionary perspective, in C Edqvist (editor), *Systems of Innovation: technologies, Institutions and Organisations* (Cassell, London).

MALERBA, F. (2004), *Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*, Cambridge: Cambridge University Press.

MALERBA, F. (2005), Sectoral systems of innovation, *Journal of Economics of Innovation and New Technology*, Vol.14, pp.63–82.

MCKELVEY, M. y HOLMEN, M. (2006), *Flexibility and Stability in the Innovating Economy*, Oxford: Oxford University Press.

NASIEROWSKI, W, y ARCELUS, F. J. (1999), Interrelationships among the elements of national innovation systems: A statistical evaluation, Faculty of Administration, University of New Brunswick, Canada, en *European Journal of Operational Research* 119 (1999) 235-253.

NELSON, R. (1962), The rate and direction of technical change, National Bureau of Economic Research, N. York.

NELSON. (ed.) (1993), *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, Oxford University Press, New York/Oxford.

NELSON. (1998), *El Ambiente Cambiante para "Aprender de los Demás"*, trabajo presentado en la Reunión sobre Difusión, Asimilación y Uso de la Tecnología en las Empresas, Banco Interamericano de Desarrollo, 9 y 10 de febrero de 1998, Washington, D.C.

NELSON. (2000), "National innovation systems", en Z. Acs (ed.), *Regional Innovation, Knowledge and Global Change*, London, Pinter.

NELSON, R. R. y WINTER, S. G. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA.

OBSERVATORIO COLOMBIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA (2009), *Indicadores de ciencia y tecnología, Colombia 2008*, Bogotá: impresión: Panamericana formas e impresos.

OBSERVATORIO COLOMBIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA (2011), *Indicadores de ciencia y tecnología, Colombia 2009*, Bogotá, impresión: Panamericana formas e impresos.

ODAGIRI, H. y GOTO, A. (1993), "The Japanese System of Innovation: Past, Present and Future", en *National Innovation Systems, A Comparative Analysis*, Nelson, R., ed., Oxford University Press, N.Y.

O'DOHERTY, D. y ARNOLD, K. (2003), "Understanding innovation: the need for a systemic approach", in *The IPTS Report*, No. 71, Sevilla: IPTS.

PATEL, P. y PAVIT, K. (1998), "Uneven (and Divergent) Technological Accumulation among Advanced Countries: Evidence and a Framework of Explanation", en *Trade, Growth and Technical Change*, Archibugi y Michie, eds., Cambridge University Press, R.U.

PIÑÓN F. (2005), "Ciencia y Tecnología en América Latina: Una posibilidad para el desarrollo", en OEI (2004): *Globalización, Ciencia y Tecnología. Temas de Iberoamérica*, Volumen II. Corporación Escenarios y Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). Disponible en [www.oie.es](http://www.oie.es) Consultado el día 17 de agosto de 2011.

PNUD (2006), *Informe de Desarrollo Humano 2006. Más allá de la escasez: poder, pobreza y la crisis mundial del agua*, Madrid: Mundi-Prensa Libros S. A.

RED IBEROAMERICANA DE INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGIA, Argentina, 2010.



SAMPIERI, R.; COLLADO, C.; y LUCIO, P. (2003), *Metodología de la investigación*, tercera edición, Buenos Aires: McGraw Hill.

SEN, Amartya (1999), *Development as Freedom*, Oxford, Oxford University Press.

SMITH, A. (1904), *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, quinta edición, Londres, Methuen and Co., Ltd., ed. Edwin Cannan. Publicado originalmente en 1776.

SMITH, K. (1997), Economic infrastructures and innovation systems. In: Edquist, C., (Ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organisations*, Pinter, London.

SMITH, K. (1999), Innovation as a systemic phenomenon: rethinking the role of policy. In: Bryant, K., Wells, A. (Eds.), *A New Economic Paradigm? Innovation-Based Evolutionary Systems*, Commonwealth of Australia, Department of Industry, Science and Resources, Science and Technology Policy Branch, Canberra, pp. 10–47.

SMITS, R. y KUHLMANN, S. (2004), The rise of systemic instruments in innovation policy, en *Int. J. Foresight and Innovation Policy*, Vol. 1, Nos. 1/2, pp. 4-32, Department of Innovation Studies, PO Box 80125, 3508 TC Utrecht University, The Netherlands

STANLEY, J. y METCALFE, J. S. (2003), “Systems failuri and the case for innovation policy”, *Colloquium: Science and public policy*, Noviembre 20-23, Canadá.

TEUBAL, M. (1993), The Innovation System of Israel: Description, Performance and Outstanding Issues, en *National Innovation Systems, A Comparative Analysis*, Nelson, R., ed., Oxford University Press, N.Y. *the Royal Statistical Society-Series A*, 135, 370-384.

TSIPOURI, L.; REID, A. y MIEDZINSKI M. (2008), *European Innovation Progress Report 2008*. Directorate-General for Enterprise Policy, European Commission, Brussels.

UNGER, K. (2003): *Clusters industriales en México: especializaciones regionales y la política industrial*, proyecto regional CEPAL/GTZ “Una estrategia de desarrollo de clusters alrededor de recursos naturales: sus implicaciones sobre crecimiento, distribución y medio ambiente”, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

UNIVERSIDAD NACIONAL (2012), *Capacidades de investigación de la Universidad Nacional de Colombia 2000-2011. Una aproximación desde el Capital Intelectual*, Bogotá, Unal.

WOOLTHUIS, R.; LANKHUIZEN, M., y GILSING, V. (2005), “A system failure framework for innovation policy design”, *Technovation*, vol. 25, pp. 609-619.