

# Doctorados en Ingeniería para promover la innovación:

una propuesta para acrecentar la competitividad  
empresarial basada en la inserción de doctores  
en ingeniería en Colombia

*Jorge Celis  
Mauricio Duque  
Catalina Ramírez*





# **Doctorados en ingeniería para promover la innovación:**

una propuesta para acrecentar la competitividad  
empresarial basada en la inserción de  
doctores en ingeniería en Colombia





# **Doctorados en ingeniería para promover la innovación:**

una propuesta para acrecentar la competitividad empresarial basada en la inserción de doctores en ingeniería en Colombia

Jorge Celis  
Mauricio Duque  
Catalina Ramírez

**ASOCIACIÓN COLOMBIANA  
DE FACULTADES DE INGENIERÍA**

Carrera 68D Núm. 25B – 86 oficina 205  
Edificio Torre Central, Bogotá D.C., Colombia, Suramérica  
PBX: + 57(1) 427 3065  
acofi@acofi.edu.co www.acofi.edu.co

**CONSEJO DIRECTIVO DE ACOFI**

**Presidente**

Luis David Prieto Martínez	Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá
Vicepresidente	
John Willian Branch Bedoya	Universidad Nacional de Colombia, Medellín

**Consejeros**

Carlos Alberto Palacio Tobón	Universidad de Antioquia, Medellín
Ramón Torres Ortega	Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias
Gloria Piedad Barreto Bonilla	Universidad de Ibagué
Carlos Costa Posada	Universidad de La Salle, Bogotá
Carlos López Bermeo	Universidad de Medellín
Javier Páez Saavedra	Universidad del Norte, Barranquilla
Edgar Quiroga Rubiano	Universidad del Valle, Santiago de Cali
Gerardo Latorre Bayona	Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga
Alberto Ocampo Valencia	Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira

**Director Ejecutivo**

Luis Alberto González Araujo	Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá
------------------------------	--

**Autores**

Jorge Celis	Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
Mauricio Duque	Universidad de los Andes, Bogotá
Catalina Ramírez	Universidad de los Andes, Bogotá

Doctorados en ingeniería para promover la innovación: una propuesta para acrecentar la competitividad empresarial basada en la inserción de doctores en ingeniería en Colombia

ISBN: 978-958-680-071-6  
Primera edición: Septiembre de 2012  
Impreso en Colombia  
2012

Diseño e impresión  
Opciones Gráficas Editores Ltda  
Tels: 51 (1) 224 18 23 - 57 (1) 430 19 62 Bogotá  
www.opcionesgraficas.com

# Contenido

<b>CONTENIDO</b>	7
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	11
<b>ÍNDICE DE GRÁFICAS</b>	13
<b>SIGLAS Y ABREVIACIONES</b>	19
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	21
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	23
Introducción	23
El concepto de innovación	24
Estudios y casos internacionales sobre la inserción de doctores en la empresa	27
La inserción de doctores en España	29
El programa de inserción en Francia	32
El sector empresarial y los doctores en Colombia	33
Ideas, creencias, percepciones y motivaciones de actores del sistema de innovación en Colombia	39
La universidad, el destino natural para los doctores	39
Innovación y novedad parece ser lo mismo, la universidad en el centro del universo de la innovación	43
Consideraciones para una política pública que promueva la inserción de doctores en Colombia	44
El concepto de innovación	45
Las expectativas subjetivas de los estudiantes de doctorado y la formación doctoral en ingeniería	46
<b>INTRODUCCIÓN</b>	49
Capítulo I: Innovación: mitos, creencias y definiciones	53
¿Qué definición funcional adoptar de innovación?	60
Innovación en el sector educativo	62
Modelo lineal vs. modelos holísticos	63
Categorías de innovación	66
Claves para producir innovaciones	67
Capítulo II: Estudios internacionales sobre el mercado de los doctores: el caso de Francia, Alemania y Estados Unidos	69
El estudio de Mangematin: el caso francés	71
El estudio de Enders: el caso alemán	76
El estudio de Roach & Sauermaun: el caso estadounidense	81



Capítulo III: Dos casos internacionales de referencia en la inserción de doctores en la empresa: el caso de España y Francia	87
Políticas de inserción laboral de doctores en las empresas en España	89
Programas desarrollados	91
Antecedentes que dieron origen a los programas	94
Población objetivo	97
Características y afiliación de la entidad encargada de gestionar el programa de inserción	103
Mecanismo/estrategia para insertar doctores	104
Resultados obtenidos con la inserción de doctores	105
Conclusiones	109
El caso de Francia	110
Descripción general del Programa	110
Algunos detalles de funcionamiento del programa CIFRE	112
Resultados	113
Conclusiones	119
Capítulo IV: El sector empresarial y los doctores en Colombia	121
El sector empresarial y la innovación en Colombia	123
Los doctorados en Colombia	129
Doctores en Colombia	129
Programas de doctorado	138
Graduados de programas de doctorado	146
Créditos condonables de Colciencias para realización de estudios de doctorado	152
Doctores en el sector empresarial	155
Experiencia de Colciencias con la inserción de doctores	161
Capítulo V: Imaginarios, percepciones y creencias del sector empresarial y académico sobre el mercado de trabajo de los doctores en Colombia	163
Las entrevistas a empresarios y las preguntas abiertas al sector académico	165
La encuesta al sector académico	167
Análisis, descripción y sistematización de los resultados del trabajo de campo	169
Percepciones sobre la innovación: ¿Qué es la innovación?	169
Percepciones sobre cómo se hace innovación en la empresa	173
Percepciones sobre donde están las dificultades para innovar	174
Percepciones sobre el rol de los doctores en la sociedad, la academia y la empresa	175

Percepciones sobre los obstáculos para insertar un doctor en la empresa	182
Percepciones sobre la forma de insertar doctores en la empresa	183
Expectativas subjetivas sobre el mercado de doctores en Colombia: academia vs. empresa	184
Las tesis doctorales	184
El gusto por el trabajo académico vs el gusto por el trabajo empresarial	185
Ubicación laboral de los graduados	189
Conclusiones	197
CAPÍTULO VI: Consideraciones para una política pública que promueva la inserción de doctores en el sector empresarial colombiano	199
El concepto de innovación	204
Las expectativas subjetivas de los estudiantes de doctorado y la formación doctoral en ingeniería	205
REFERENCIAS	209



## Índice de tablas

Tabla 1:	Programas de inserción y promoción laboral para investigadores y doctores	30
Tabla 2:	Generaciones de modelos sobre innovación	65
Tabla 3:	Descripción general de la población encuestada	72
Tabla 4:	Sector de empleo apenas después de haberse graduado del doctorado	73
Tabla 5:	Factores que afectan el destino del recurso doctoral	76
Tabla 6:	Programas de inserción y promoción laboral para investigadores y doctores	92
Tabla 7:	Características de las empresas en el Programa Acción IDE	98
Tabla 8:	Características de los doctores en el Programa Acción IDE	99
Tabla 9:	Intensidad bruta máxima de ayuda en forma de subvención para contratar doctores y tecnólogos	101
Tabla 10:	Distribución por campos de investigador beneficiarios Ramón y Cajal	102
Tabla 11:	Investigadores contratados por tipo de institución Ramón y Cajal	103
Tabla 12:	Graduados por niveles y años y evolución del índice de crecimiento	113
Tabla 13:	Evolución egresados de doctorado en función pública, en investigación y en sector privado	113
Tabla 14:	Movilidad laboral después de un trabajo temporal en el sector público de investigación	114
Tabla 15:	Financiación de la ACTI por tipo de recurso, 2006-2011	124
Tabla 16:	Empresas que invirtieron y monto invertido en actividades de desarrollo e innovación tecnológica según grado de innovación, 2005-2008	125
Tabla 17:	Patentes solicitadas y concedidas entre oficinas de patentes, 2006-2009	126
Tabla 18:	Doctores asociados a grupos de investigación según categoría	135
Tabla 19:	Doctores asociados a grupos de investigación según Departamento	136
Tabla 20:	Recursos aprobados y ejecutados para créditos condonables estudios de doctorado-COLCIENCIAS: 2002-2010	139
Tabla 21:	Número de grupos de investigación según Programa Nacional de C&T: 2009	142
Tabla 22:	Número de títulos de doctorado otorgados en el año 2003 en algunas universidad del Brasil y Estados Unidos	148

Tabla 23: Número de títulos de doctorado otorgados entre 1983- 2003 en algunas universidades en China	149
Tabla 24: Doctores graduados según universidad	151
Tabla 25: Doctores graduados en Colombia según sector de la economía: 2001-2009	156
Tabla 26: Distribución de los egresados por actividad laboral principal	157
Tabla 27: Salario promedio doctores graduados según sector de la economía: 2009.	158
Tabla 28: Empresas según nivel de innovación: EDIT III y EDIT IV	158
Tabla 29: Doctores según tamaño de la empresa: 2008	159
Tabla 30: Doctores según tipo empresa: 2008	160
Tabla 31: Graduados de programas de doctorado en Colombia y en el exterior	167
Tabla 32: Población encuestada	168
Tabla 33: Caracterización de la población que respondió la encuesta	168
Tabla 34: Análisis de frecuencia sobre percepciones de los graduados, estudiantes y profesores de programas sobre qué es la innovación en la empresa en términos de atributos adicionales	172
Tabla 35: Tipo de tesis realizada por estudiantes, graduados y profesores	184

## Índice de gráficas

Gráfica 1: Proceso de innovación	26
Gráfica 2: Otorgamiento de patentes	33
Gráfica 3: Las preferencias de los estudiantes con respecto a la actividad	40
Gráfica 4: Preferencia de los estudiantes para trabajar en una empresa o en una universidad	40
Gráfica 5: Atractivo para los estudiantes de diferentes opciones de trabajo	40
Gráfica 6: Razones que presentan los estudiantes para seleccionar una opción laboral	41
Gráfica 7: Razones de los estudiantes para preferir una universidad o una empresa	42
Gráfica 8: Presencia de atributos para una universidad según los tres grupos	42
Gráfica 9: Análisis de frecuencia sobre percepciones de los graduados, estudiantes y profesores de programas sobre qué es la innovación en la empresa	44
Gráfica 10: Proceso de innovación	64
Gráfica 11: Construcción de capacidades para la innovación	65
Gráfica 12: Motivadores de la innovación	66
Gráfica 13: Peso de los distintos programas en relación al número de beneficiarios: 2004	94
Gráfica 14: Patentes por millón de habitantes 2007	108
Gráfica 15: Firmas comprometidas en actividades de formación relacionadas con la innovación 2004-2006 Como porcentaje del total de firmas innovadoras	108
Gráfica 16: Crecimiento del Personal en I+D e investigadores, 1998-2008 Tasa compuesta de crecimiento anual (%)	109
Gráfica 17: Distribución de acuerdos CIFRE entre disciplinas	115
Gráfica 18: Resultados industriales al final de un convenio CIFRE	115
Gráfica 19: Primer empleo	116
Gráfica 20: Tiempo de acceso de los egresados CIFRE a un empleo	116
Gráfica 21: Inserción de egresados CIFRE	117
Gráfica 22: Distribución convenios CIFRE según tamaño de la empresa	117
Gráfica 23: Distribución contratos en la pequeña empresa	117
Gráfica 24: Repartición convenios CIFRE por disciplinas	118
Gráfica 25: Sectores de actividad en los que se desarrollan los convenios	119

Gráfica 26: Evolución de la inversión en actividades de ciencia y tecnología e innovación – ACTI como porcentaje del PIB 2006-2011	123
Gráfica 27: Coeficiente de invención Colombia	126
Gráfica 28: Coeficiente de invención comparando con América Latina e Iberoamérica	127
Gráfica 29: Patentes otorgadas vs patentes solicitadas en Colombia	127
Gráfica 30: Comparación solicitudes de patentes	128
Gráfica 31: Comparación otorgamiento de patentes	128
Gráfica 32: Total doctores por año en Colombia (2000-2010)	129
Gráfica 33: Doctores en Colombia según área de conocimiento	130
Gráfica 34: Doctores según rango de edad	130
Gráfica 35: Distribución de profesores de planta según rangos de edad	131
Gráfica 36: Profesores de planta por edad y facultad	131
Gráfica 37: Doctores según Departamento de residencia	132
Gráfica 38: Profesores con título de doctorado en educación superior según Departamento	133
Gráfica 39: Profesores educación superior en Colombia según último título alcanzado	133
Gráfica 40: Profesores educación superior según último título alcanzado	134
Gráfica 41: Porcentaje de profesores con título de doctorado sobre el total de profesores en China 1990- 2006	134
Gráfica 42: Número de doctores en CvLac por principales países de estudio	135
Gráfica 43: Creación de programas de doctorado en Colombia	138
Gráfica 44: Programas de doctorado según Departamento: 2012	139
Gráfica 45: Programas de doctorado ofrecidos en Colombia según tipo de institución: 2012	140
Gráfica 46: Programas de doctorado ofrecidos en Colombia según universidad: 2012	140
Gráfica 47: Programas de doctorado ofrecidos en Colombia según área del conocimiento: 2012	141
Gráfica 48: Estudiantes matriculados en programas según nivel educativo: 2010	144
Gráfica 49: Número inscritos programas de doctorado en Colombia: 2000-2010	144
Gráfica 50: Estudiantes nuevos programas de doctorado en Colombia: 2007-2010	145
Gráfica 51: Número estudiantes matriculados programas de doctorado en Colombia: 2000-2010	145

Gráfica 52: Estudiantes matriculados en programas de doctorado según Departamento: 2010	146
Gráfica 53: Número de graduados programas de doctorado en Colombia: 2000-2010	146
Gráfica 54: Doctores graduados Brasil, Chile y México: 2000-2008	147
Gráfica 55: Número de graduados de doctorado Universidad Nacional de Colombia: 2003-2009	148
Gráfica 56: Títulos de doctorado otorgados en Estados Unidos: 1957-2009	149
Gráfica 57: Doctores graduados según Departamento: 2001-2009	150
Gráfica 58: Graduados programas de doctorado en Colombia según área de conocimiento: 2010	151
Gráfica 59: Becas, créditos y becas-créditos para doctorado: 2000-2010	152
Gráfica 60: Becas, créditos y becas-créditos para doctorado según área de conocimiento: 2006-2010	153
Gráfica 61: Becas, créditos y becas-créditos para doctorado según área de conocimiento: 2010	154
Gráfica 62: Créditos condonables otorgados por COLCIENCIAS: 1992-2011	154
Gráfica 63: Créditos condonables otorgados por COLCIENCIAS según Región: 2011	155
Gráfica 64: Personal ocupado en las empresas según nivel educativo: 2008	159
Gráfica 65: Percepción de los empresarios sobre la innovación	170
Gráfica 66: Percepciones de los empresarios sobre lo que significa la innovación en la empresa de programas sobre qué es la innovación	171
Gráfica 67: Análisis de frecuencia sobre percepciones de los graduados, estudiantes y profesores de programas sobre qué es la innovación en la empresa	171
Gráfica 68: Percepciones de los empresarios sobre cómo se hace la innovación	173
Gráfica 69: Percepciones de los empresarios sobre donde están las dificultades para innovar	175
Gráfica 70: Percepciones de los empresarios sobre un doctor	176
Gráfica 71: Percepciones de los graduados, estudiantes y profesores de programas sobre el papel de un doctor en la sociedad	177
Gráfica 72: Análisis de frecuencia sobre percepciones de los graduados, estudiantes y profesores de programas sobre el papel de un doctor en la sociedad	177



Gráfica 73: Percepciones de los graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado sobre el papel que juega un doctor en una universidad	178
Gráfica 74: Análisis de frecuencia sobre percepciones de los graduados, estudiantes y profesores de programas sobre el papel que juega un doctor en una universidad	179
Gráfica 75: Percepciones de los graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado sobre el papel que juega un doctor en una empresa	179
Gráfica 76: Análisis de frecuencia sobre percepciones de los graduados, estudiantes y profesores de programas sobre el papel que juega un doctor en una empresa	180
Gráfica 77: Categorías emergentes	181
Gráfica 78: Frecuencia de las categorías en las respuestas	181
Gráfica 79: Percepciones de los empresarios sobre los inconvenientes para insertar un doctor en la empresa	182
Gráfica 80: Percepciones de los empresarios sobre el instrumento de inserción de doctores de COLCIENCIAS	183
Gráfica 81: Disponibilidad de trabajo para un doctor en diferentes contextos de desempeño	185
Gráfica 82: Atributos en los tres contextos según profesores	186
Gráfica 83: Atributos en los tres contextos según estudiantes	186
Gráfica 84: Atributos en los tres contextos según graduados	187
Gráfica 85: Presencia de atributos para una empresa de reciente consolidación según los tres grupos	188
Gráfica 86: Presencia de atributos para una firma consolidada según los tres grupos	188
Gráfica 87: Presencia de atributos para una Universidad según los tres grupos	188
Gráfica 88: Sector de actividad del empleador	189
Gráfica 89: Tipo de actividad del empleador	189
Gráfica 90: Tipo de actividad realizada por el graduado	190
Gráfica 91: Cambio entre sectores	190
Gráfica 92: Relación entre los estudios y la actividad actual	191
Gráfica 93: Satisfacción de los graduados con diferentes aspectos de su trabajo actual	191
Gráfica 94: Opinión de los estudiantes sobre qué tan común son estas actividades para los graduados	192
Gráfica 95: Atractivo para los estudiantes de diferentes opciones de trabajo	193

Gráfica 96: Las preferencias de los estudiantes con respecto a la actividad	194
Gráfica 97: Razones que presentan los estudiantes para seleccionar una opción laboral	194
Gráfica 98: Preferencia de los estudiantes para trabajar en una empresa o en una universidad	195
Gráfica 99: Razones de los estudiantes para preferir una universidad o una empresa	196
Gráfica 100: Razones para no preferir una universidad o una empresa	196



## Siglas y abreviaciones

ABET:	Accreditation Board for Engineering and Technology, USA
Acción IDE:	Incorporación de Doctores a Empresas, España
ACCES:	Proyecto acceso con calidad a la educación superior, Colombia
ACTI:	Actividades de Ciencia-Tecnología e Innovación, Colombia
ANRT:	Association Nationale Recherche Technologie –Asociación Nacional para la Investigación Tecnológica, Francia
BID:	Banco Interamericano de Desarrollo
EDIT:	Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica, Colombia
COLCIENCIAS:	Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colombia
CIFRE:	Conventions Industrielles de Formation par la Recherche – Convenios industriales de formación por medio de la investigación, Francia
CICT:	Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, España
CSIC:	Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España
CNA:	Consejo Nacional de Acreditación, Colombia
CTI:	Ciencia, Tecnología e Innovación
COTEC:	Fundación para la Innovación Tecnológica, España
CVLAC:	Curriculum Vitae para América Latina y el Caribe
DNP:	Departamento Nacional de Planeación, Colombia
DANE:	Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Colombia
FPI:	Programa de Formación de Personal Investigador, España
FPU:	Programa Nacional de Formación del Profesorado, España
GRUPLAC:	Grupo de Investigación para América Latina y el Caribe
IES:	Institución de Educación Superior
INPG:	Instituto Politécnico Nacional de Grenoble
I+D+I:	Investigación, Desarrollo e Innovación
MEC:	Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, España
OCYT:	Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología
OECD:	Organisation for Economic Co-operation and Development
OLE:	Observatorio Laboral de la Educación, Colombia
<b>PLATAFORMA</b>	
SCIENTI:	Sistema de Información de Ciencia y Tecnología, Colombia
PUBLINDEX:	Sistema de Indexación y Homologación de Revistas Científicas, Colombia
RHCT:	Demanda de Recursos Humanos para la Ciencia y la Tecnología

RyC:	Programa Ramón y Cajal, España
SNCTI:	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
SNIES:	Sistema Nacional de Información de Educación Superior, Colombia
STEM:	Science, Technology, Engineering and Mathematics
UE:	Unión Europea

## Agradecimientos

Los autores expresan un agradecimiento especial a la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería-ACOFI y a la Universidad de los Andes por el apoyo económico para la realización y procesamiento de las entrevistas hechas a empresarios y de las encuestas aplicadas a estudiantes, graduados y profesores de programas de doctorado en el área de ingeniería en Colombia. Gracias a este apoyo también pudimos publicar el presente trabajo con el que esperamos aportar al conocimiento de los programas de doctorado en el área de ingeniería, por un lado, y, por otro, a la iniciativa del Estado colombiano de estimular la inserción de doctores al sector empresarial con miras a fortalecer sus capacidades de innovación. Al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación-Colciencias por habernos permitido utilizar la información sobre los doctores, graduados y programas de doctorado en Colombia y la evolución de los créditos educativos condonables para la realización de estudios de doctorado en el país y en el exterior. Esta información se presenta en uno de los acápites del capítulo IV. A los profesores Michel Roach y Henry Sauermann quienes de manera desinteresada nos proporcionaron la encuesta que utilizaron para conocer las valoraciones, percepciones y expectativas subjetivas de estudiantes de doctorado en ingeniería y ciencias en algunas universidades de investigación en Estados Unidos sobre la academia y la empresa como potenciales destinos laborales de los doctores. Los resultados de ese trabajo fueron publicados en Roach and Sauermann (2010). Sin esa encuesta hubiese sido imposible adelantar una investigación rigurosa sobre las percepciones de estudiantes, graduados y profesores de programas de doctorado en ingeniería en Colombia. Finalmente a Miguel Quintero concededor como pocos de las racionalidades y lógicas del sector empresarial en el país como en el exterior y quien nos aportó ideas para elaborar el instrumento de entrevista y nos acompañó a realizar algunas entrevistas a empresarios.



# Resumen ejecutivo

## Introducción

La innovación ha sido elevada a requisito indispensable para mejorar la calidad de vida de todos los ciudadanos en los próximos años en Colombia. Uno de los sectores que más requieren fortalecer su capacidad de innovación es el empresarial y para ello el Estado ha propuesto la inserción de doctores a dicho sector. Se parte del supuesto que este recurso humano tiene las capacidades para apropiarse, generar y utilizar el conocimiento requerido para hacer más innovadoras las empresas. Esta propuesta es un reto en materia de política pública toda vez que solamente el 0.06% del personal ocupado en las empresas tiene título de doctorado lo cual pone en evidencia que las empresas no son un destino laboral para los doctores como si lo son las universidades.

Siendo este el escenario, este trabajo pretende responder a la pregunta de ¿cómo se puede aumentar de forma sustancial la inserción de capital humano con doctorado en las empresas?, esto es, ¿qué políticas públicas se deberían promover para estimular la inserción de doctores al sector empresarial y así acrecentar la capacidad de generación de conocimiento en dicho sector y sus niveles de innovación y competitividad en un mercado moldeado por la globalización?

Para responder a la pregunta primero se propone una definición técnica sobre la innovación en el sector empresarial la cual consiste en incorporar conocimiento a procesos productivos y sociales para obtener nuevos procesos, productos y servicios que son apropiados por el mercado y como resultado se obtiene una mejora en la capacidad de competencia de las empresas. Posteriormente se hace una síntesis de investigaciones sobre el mercado de los doctores en algunos países en los cuales el sector empresarial se ha convertido en un nuevo destino laboral para los doctores, así como de políticas públicas encaminadas a estimular la inserción de doctores en España y Francia. Además de esta síntesis, se describen las capacidades de innovación del sector empresarial y el recurso humano con doctorado en Colombia con miras a contextualizar las percepciones, valoraciones y creencias que empresarios y sector académico (estudiantes, graduados y profesores de programas de doctorado en el área de ingeniería) tienen sobre el rol que desempeña un doctor en la sociedad, la academia y la empresa y sobre el mercado de doctores. A partir de la revisión de estudios y de las percepciones identificadas se plantean consideraciones que sean útiles para contribuir a responder la pregunta antes planteada.



## El concepto de innovación

Recientemente en Colombia el discurso de la innovación ha tomado tal fuerza que se sancionó la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación (LEY 1286, 2009) que transformó la institucionalidad del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, sobre todo al convertir a Colciencias en un Departamento Administrativo adscrito a la Presidencia de la República, se definió una política de innovación y competitividad (DNP, 2008, 2009), se firmaron préstamos con la Banca Multilateral para acrecentar los niveles de innovación (DNP, 2010) y en el actual Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para Todos” (DNP, 2011) se ha definido la innovación como una de las “locomotoras” que hará posible que se lleve a feliz término las metas consignadas en dicho Plan.

En esta perspectiva, la innovación ha sido elevada a requisito indispensable para que Colombia modernice y mejore su capacidad productiva alcanzando así mejores niveles de calidad de vida y de bienestar social para la población en general (Colciencias, 2008). Casi todos los Ministerios y Departamentos Administrativos, por no decir que todos, establecen la innovación como banderas de sus respectivos planes de desarrollo sectorial. Las Gobernaciones y Entidades Territoriales encuentran en la innovación la salida a los problemas económicos y sociales de sus regiones también.

Examinando documentos internacionales, la innovación igualmente es colocada en primer lugar cuando se analizan las posibilidades de inserción exitosa en el mercado globalizado.

Sin embargo, existen dificultades importantes para poder avanzar en la materia, la primera de estas dificultades el significado que para muchos tiene el concepto de innovación, que como se verá a lo largo de este trabajo es variada y dista a menudo, de forma considerable de la definición funcional del término.

La Academia en general se ha adscrito a dos visiones:

- Innovar es hacer algo novedoso, proponer algo nuevo o modificado que mejore algo.
- La innovación se produce en general a partir de la investigación básica, pasando por la investigación aplicada y el desarrollo, para finalmente llegar a la empresa que comercializa.

Sin embargo, esta visión sobre la innovación contradice lo que se sabe sobre la materia (OECD, 2009; Portnoff, 2004; Todtling, Lehner, & Kaufmann, 2009).

Estos trabajos hacen un llamado para colocar el mercado en el centro de toda posible definición, así como para considerar la posibilidad de modelos mucho más complejos que el lineal para explicar cómo se produce la innovación. De hecho, por ejemplo el (Council of competitiveness, 2004) indica:

*Donde antes optimizábamos nuestras organizaciones para la eficiencia y la calidad ahora debemos optimizar la sociedad entera para la innovación.*

Además de las dos concepciones erradas antes mencionadas se pueden encontrar otras reportadas por la literatura:

- Innovación es mejorar un producto: muchos casos muestran que esos “productos mejorados”, resultan muy costosos y a menudo no responden a necesidades reales del mercado, resultando en grandes fracasos comerciales y en consecuencia no representan innovaciones desde una perspectiva técnica.
- Innovación es sacar el “súper producto”: incluye proponer productos con las mejores características técnicas posibles. Al igual que en el caso anterior pueden resultar muy costosas y no responder a necesidades del mercado.
- Innovación es tener recurso humano de muy alto nivel que se le puedan ocurrir ideas que lleven a innovaciones. Según Bacon and Butler (1986) esta aproximación está destinada al fracaso, pues no se sustenta en la necesidad de producir algo que satisfaga necesidades presentes o futuras del mercado. De hecho, como lo presenta Edgerton (2004) las actividades de invención, de nuevas ideas y desarrollos (mal llamados innovación) raramente desembocan en técnicas que llegan a ser utilizadas, mientras que a menudo el uso de la técnica estimula la invención y la innovación.

En (OECD, 2009) se propone la siguiente definición:

*Una innovación es la puesta en operación de un producto (bien o servicio) o de un proceso nuevo o sensiblemente mejorado, de un nuevo método de comercialización o un nuevo método organizacional en las prácticas de la empresa, la organización del sitio de trabajo o las relaciones exteriores.*

A menudo se confunde innovación, invención y descubrimiento (Portnoff, 2004). Mientras la invención se refiere a nuevas formas de hacer las cosas, el descubrimiento implica traer a la luz algún fenómeno natural (por ejemplo la ley de la gravedad) y la innovación se refiere a (Portnoff, 2004):

*Tomar una idea hasta el punto en que su aplicación es puesta en práctica.*  
o

*Innovación es el resultado concreto de una idea que resulta fructífera, pues corresponde a necesidades de dos posibles áreas: científicas y tecnológicas de una parte, sociales por la otra.*

O según Popadiuk and Choo (2006):

*En otras palabras, si una idea no ha sido desarrollada y transformada en un producto proceso o servicio, o no ha sido comercializada, entonces no puede ser clasificada como una innovación.*

En OECD (2009) se indica que:

*Innovación e incertidumbre van a la par si se refiere a los resultados de la innovación. No se conoce con anticipación cuál será el fruto de estas actividades, por ejemplo, si la R&D llegará a la puesta a punto de un producto comercializable, ni cuánto tiempo y recursos serán necesarios para poner en marcha un nuevo proceso de producción o un nuevo método de comercialización, ni qué tanto logrará ser exitoso.*

El siguiente diagrama propuesto en OECD (2009) presenta una posible visión de un modelo considerablemente más complejo que el modelo lineal en el cual la empresa es colocada en el centro y las universidades, como actor social, juegan un rol al igual que otros actores:



**Gráfica 1: Proceso de innovación**

## Estudios y casos internacionales sobre la inserción de doctores en la empresa

En varios países desarrollados se registra un interés mayor por comprender la manera en que se ha venido transformando el mercado de los doctores. Esta transformación consiste en que la academia ya no es el único destino laboral de los doctores sino que las empresas también empiezan a tener una relevancia importante. Al respecto se identificaron tres estudios sobre Francia, Alemania y Estados Unidos (Enders, 2002; Mangematin, 2000; Roach & Sauermann, 2010) los cuales han abordado desde diferentes perspectivas teóricas este fenómeno. En el caso de este trabajo se utilizó la postura de las expectativas subjetivas de los actores sociales propuesta y utilizada por (Roach & Sauermann, 2010) para analizar, describir y sistematizar el mercado de los doctores como se mostrará más adelante para el caso colombiano.

De los estudios analizados cabe poner en relieve los siguientes hallazgos:

- 1) En el estudio de Mangematin (2000) sobre Francia se encuentra que la colaboración con un par privado en la industria aumenta las posibilidades de que un graduado de doctorado obtenga un puesto de trabajo permanente en una empresa. Para el sector empresarial esa colaboración es más valorada que el número de artículos publicados por el estudiante durante su proceso de formación.
- 2) Enders (2002) encuentra como características del destino laboral de los doctores graduados en Alemania según disciplinas:
  - a) Aunque aún hay una considerable proporción de graduados empleados en la educación superior, a lo largo del tiempo, la educación superior no es el sector de empleo más importante y se registran diferencias importantes según disciplinas: cerca del 40% de los matemáticos labora en la educación superior y menos del 20% de los ingenieros eléctricos. Además, el empleo en el sector de investigación y desarrollo registra cerca del 50% de los ingenieros eléctricos y menos del 10% en estudios germánicos.
  - b) En cuanto al ascenso dentro de la estructura laboral, se encuentra que los doctores graduados de administración y estudios económicos e ingeniería eléctrica son más exitosos, a lo largo del tiempo dos terceras partes de los encuestados de estas áreas, han alcanzado una posición de alto nivel dentro y fuera de la academia.

- c) Los análisis sobre los destinos laborales se hacen también sobre los salarios actuales de los graduados. Según Enders (2002), los graduados con mayores ingresos están en el sector privado. Aquellos que han alcanzado posiciones de alto nivel ganan más en ambos sectores, público y privado, pero las diferencias por estatus son más pronunciadas en el sector privado. Las mujeres ganan menos que los hombres en ambos sectores y en cada disciplina.
  - d) Las anteriores situaciones llevan a pensar de manera indiscutible que la formación doctoral se está proyectando para que los doctores puedan laborar en el sector empresarial. Esta situación obliga a repensar los perfiles de egreso y los mecanismos de formación utilizados hasta ahora en las universidades para formar a los doctores.
- 3) Roach and Sauermann (2010) al analizar el caso de los estudiantes de doctorado en ingeniería y ciencias en Estados Unidos en cuanto a las expectativas subjetivas a la hora de decidir sobre su destino laboral futuro encuentran:
- a) Los estudiantes optan por aquellos empleos en los cuales satisfagan ciertas preferencias como el pago, la libertad intelectual, las oportunidades para publicar o la disponibilidad de presupuesto para la investigación.
  - b) Las preferencias de los estudiantes se configuran a partir de las experiencias que tuvieron en los departamentos en cuales se formaron.
  - c) Las preferencias están influenciadas por el conocimiento que tengan los estudiantes sobre ciertas posiciones laborales.

En los anteriores estudios se identificaron como factores explicativos de la transformación del mercado de los doctores (de la academia a las empresas) la colaboración entre los estudiantes de doctorado con un par en el sector empresarial en la solución de un problema en dicho sector, el poco interés que tiene para la empresa que los futuros doctores publiquen artículos, pero la urgencia que tienen de generar y apropiarse conocimiento de alto nivel para ser competitivos en un mercado que ha dejado de ser local para convertirse en un asunto global. Se encuentra también que las expectativas subjetivas de los estudiantes de doctorado sobre su destino laboral (interés por la investigación aplicada, el salario, el reconocimiento de pares, la libertad de escoger temas de investigación) son un poderoso factor explicativo para comprender por qué algunos optan por la academia o la empresa. Este hallazgo pone en duda aquellas políticas públicas que apuntan por simular los valores de la academia

en la empresa para atraer a los doctores y más bien obliga a los hacedores de políticas públicas a pensar de qué manera durante el proceso de formación de los futuros doctores se pueden modificar sus expectativas sobre su destino laboral.

Por otra parte, países como España y Francia han adoptado políticas públicas tendientes a estimular la inserción de doctores en el sector empresarial. Estas políticas apuntan a elevar los niveles de innovación en la empresa.

## **La inserción de doctores en España**

Durante los últimos 15 años en España se han venido desarrollando un conjunto de políticas y programas de inserción laboral de investigadores y doctores en empresas, ante todo como una estrategia para superar las brechas de su SNCTI en relación con las capacidades promedio de la OECD y de la UE. Estos programas han promovido la articulación de jóvenes investigadores con el sector productivo desde el nivel de formación doctoral, la investigación en temas relevantes para el sector empresarial, la movilidad de los investigadores, el empleo de doctores e investigadores en empresas (Programa Torres Quevedo) y el empleo de doctores de amplia trayectoria en Instituciones de Investigación Pública (El Programa Ramón y Cajal).

Diferentes analistas han señalado que la expansión de la matrícula a nivel de doctorado y la apertura de programas en casi todas las universidades y áreas del conocimiento, independientemente de sus capacidades y grado de desarrollo, han contribuido a generar un desajuste entre oferta y demanda de investigadores y también ha sido una razón para que España optara por diseñar programas para estimular la inserción de doctores. La oferta en principio estaba volcada a las universidades que están experimentando un alto grado de saturación.

En la siguiente tabla se presentan los programas de inserción y promoción laboral para investigadores y doctores:

### **La Acción IDE (Incorporación de Doctores a Empresas)**

Vigencia: 1997-2001

Alineación con la política de innovación empresarial, especialmente en Pymes

Subvenciones de dos años para contratar doctores jóvenes para el desarrollo de actividades innovadoras

Beneficiarios: Empresas dispuestas a contratar a Doctores que hubieran obtenido su título de doctorado en los últimos 6 años para puestos de trabajo relacionados con la innovación. Se establecía un mínimo salarial.

Estuvo vigente entre los años 1997 y 2001. La acción IDE fue sustituida por el Programa Torres Quevedo.

### **Programa Torres Quevedo**

Vigencia: 2003-2007

Amplió a la posibilidad de contratar tecnólogos.

Estableció cuantías variables según tipo de empresa y cercanía a la comercialización del proyecto a desarrollar.

Limitó las actividades a la I+D (investigación y desarrollo en las empresas) y no genéricamente a otros tipos de innovación vinculados con la gestión del conocimiento.

Se financia un porcentaje del costo de la contratación sin mínimos, ni máximos salariales.

Se permite la participación de centros tecnológicos y organizaciones semi-públicas que prestan servicios a las empresas.

### **Programa Ramón y Cajal**

Vigencia: 2001-vigente

Este programa tiene como objetivo fortalecer la capacidad investigadora de los grupos e instituciones de I+D, tanto del sector público como del privado, mediante la contratación de investigadores que hayan obtenido el grado de doctor, y que hayan presentado una línea de investigación a desarrollar, a través de ayudas cofinanciadas gradual y progresivamente por las instituciones receptoras, que identifican y definen sus estrategias de investigación y las áreas en las que quieren especializarse.

La resolución del subprograma se fundamenta en un riguroso proceso de concurrencia competitiva de los candidatos, que garantice la objetividad, calidad científica y mérito de los investigadores seleccionados.

Las ayudas que se conceden son para cofinanciar la contratación laboral, por un plazo de cinco años, de doctores en todas las áreas de conocimiento, por parte de los Centros de I+D españoles.

<b>Programa Juan de la Cierva</b>
<p>Vigencia: 2001-vigente</p> <p>Complemento al programa Ramón y Cajal, dirigido a la contratación de jóvenes doctores para que puedan fortalecer los equipos de investigación de las instituciones y las carreras investigadoras de los candidatos.</p> <p>La contratación debe darse una vez alcanzado el grado de doctor y por una duración no mayor de tres años.</p> <p>La mayor parte de los beneficiarios de este programa se concentran en las ingenierías y las áreas tecnológicas, siendo más minoritario los beneficiarios adscritos a las áreas de ciencias sociales y humanidades.</p>
<b>El Programa I3: incentivación, incorporación e intensificación de la investigación</b>
<p>2007-Vigente</p> <p>El objetivo es incentivar la calidad de la inserción en el sector público.</p> <p>Dos líneas: línea de incorporación estable y línea de intensificación. Es decir, contratación de nuevos profesionales mediante contratos laborales estables; y por otra, intensificación del desarrollo de actividades de I+D a través del contacto y trabajo conjunto con investigadores de universidades y centros de investigación.</p> <p>Instrumento: Subsidio de entre 130.000 a 150.000 euros a la organización empleadora por cada plaza (funcionaria o laboral) que hayan creado en el periodo anterior y cuyo ocupante supere una evaluación de calidad independiente.</p> <p>Cuenta con un presupuesto de 130 millones para los tres primeros años.</p> <p>Aún no ha sido evaluado pero presenta la novedad de “premiar” por primera vez a las organizaciones que insertan personal de calidad.</p>
<b>Becas posdoctorales del CSIC</b>
<p>Vigencia: s.d.-vigente</p> <p>El CSIC también desarrolla una línea de becas posdoctorales, una dentro del programa I3P (Itinerario Integrado de Inserción Profesional) y otra de personal posdoctoral en el extranjero.</p>
<b>Becas posdoctorales del MEC</b>
<p>Becas y ayudas para la formación y perfeccionamiento de doctores.</p> <p>Perfeccionamiento de personal a nivel de doctorado en las organizaciones.</p> <p>Ayudas de movilidad de profesores e investigadores, con las modalidades de profesores españoles en el extranjero, sabáticos extranjeros en España, jóvenes doctores y tecnólogos.</p>

**Tabla 1: Programas de inserción y promoción laboral para investigadores y doctores**



## El programa de inserción en Francia

Desde los años ochentas, Francia puso en funcionamiento el programa CIFRE. El objetivo central es subsidiar a toda empresa legalmente constituida en Francia que quiera contratar un estudiante doctoral para promover la colaboración en investigación con un laboratorio de investigación de naturaleza pública. Estos trabajos deben llevar a la sustentación de una tesis doctoral tres años después de iniciada la tesis. La financiación de este subsidio está a cargo del Ministerio de la Enseñanza Superior y de la Investigación. Se espera igualmente que los estudiantes doctorales logren una vinculación rápida después de terminar sus estudios, teniendo como opción importante el sector empresarial. De esta forma Francia ha logrado conectar de forma sistemática a tres actores centrales en los procesos de innovación: el Estado, la empresa y la academia.

El CIFRE se origina en respuesta a un contexto en el que tradicionalmente la empresa buscaba recurso humano de menor nivel al de maestría y doctorado para el desarrollo de sus investigaciones e innovaciones. De otra parte, quienes hacían doctorado tenían tendencia a permanecer en la academia en donde habían pasado al menos una década en su formación profesional y no consideraban otras alternativas distintas de empleo. A lo anterior se asociaba una diferencia importante de criterios para medir el desempeño del doctorado y, en consecuencia, los mecanismos de selección eran sustancialmente diferentes, pues si bien ambos consideraban la trayectoria investigativa, el indicador no era el mismo: la empresa se interesaba en los productos concretos, mientras la academia en las publicaciones.

El convenio CIFRE está previsto para una trayectoria doctoral de tres años. Los dos objetivos centrales de CIFRE son (ANRT-CIFRE, 2009b):

- Desarrollo de asociaciones de investigación entre el mundo socio-económico y los organismos de investigación.
- Desarrollo del empleo de doctores en el medio socio-económico.
- En este contexto, CIFRE es un acuerdo entre el ANRT y el mundo socio-económico (empresa, asociación, colectividad territorial) de derecho francés. En consecuencia, el CIFRE beneficia a tres socios:
  - Una estructura del mundo socio-económico que desea adelantar actividades de investigación, esto es una empresa o asociación.
  - Un profesional con nivel de maestría que el empleador contrata por tres años para adelantar una tesis doctoral.
  - Un laboratorio de investigación capaz de albergar, orientar y dirigir una tesis doctoral.

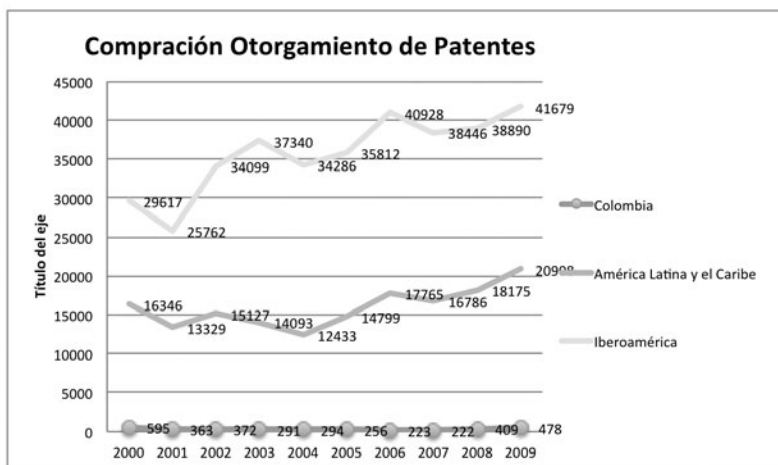
El programa CIFRE incluye todos los dominios, tanto los de la ciencia, tecnológicos como los relacionados con las ciencias sociales.

En (Giret & Recotillet, 2004, p. 13) se concluye que efectivamente el programa CIFRE, examinando la situación tres años después de la graduación, logra mejores ingresos, particularmente en el sector privado y que este trabajo conjunto entre la academia y la empresa promueve una orientación hacia el trabajo en la Empresa.

## El sector empresarial y los doctores en Colombia

El sector empresarial en términos generales no es innovador no sólo por la inversión tan baja que se hace en actividad de ciencia, tecnología e innovación sino por la ausencia de un recurso humano con capacidad de generar y apropiar conocimiento al más alto nivel.

Ha habido un cierto auge en la inversión en actividades de ciencia tecnología e innovación en el sector industrial, pasando de un 43,34% en el 2006 a un 49,84% en el 2011. Igualmente se ha observado un incremento en la financiación en I+D representado básicamente por el sector manufacturero. No obstante lo anterior, el indicador de patentes no resulta ser representativo cuando se compara con otros países de la región y de Iberoamérica.



Fuente: [www.ricyt.org](http://www.ricyt.org)

**Gráfica 2: Otorgamiento de patentes**

En el caso de los doctores Colombia ha hecho esfuerzos importantes para aumentar el número de doctores: en el año 2000 había 5.8 doctores por cien mil habitantes y para el año 2010 esta relación fue de 13,22. A pesar de este incremento, estas cifras son inferiores si se compara con países de la Región como Brasil y Chile que tenían 44,8 y 28,1 doctores por cien mil habitantes respectivamente. En el caso de los graduados de doctorado de programas ofertados en Colombia también hubo un incremento: en el año 2000 tenía 0,72 graduados de doctorado por millón de habitantes y en el 2010 esta relación fue de 4,59. Pero al igual que el caso de los doctores, esta relación sigue siendo baja al comparar con otros país que para el año 2007 graduaron 53 (Brasil), 18 (México) y 15 (Chile) doctores respectivamente.

Desde el año 2004, utilizando como mecanismo de clasificación las áreas de conocimiento de la OECD, el OCYT reporta que el mayor número de doctores pertenece al área de las ciencias sociales y humanas mientras que las áreas de ciencia agrícolas y médicas y de la salud tienen la menor representación (Salazar-Acosta et al., 2011, p. 42). Preocupa la baja representación de las áreas de ingeniería y tecnología, ciencias agrícolas y ciencias médicas y de la salud en comparación con el área de las ciencias sociales y humanas para el año 2010 que representó el 40% del total de doctores en Colombia.

Más del 70% de los doctores en Colombia son hombres. Esta tendencia se mantiene casi igual para el periodo comprendido entre 2004 a 2008 (Salazar-Acosta et al., 2011, p. 42).

El 35,5% de los doctores para el año 2008 estaba en el rango de edad entre los 41-50 años y el 29,5% entre los 51-60 años: tan solo un 21,1% estaba en el rango entre 31-40 años (Plataforma Scienti, 2008). Significa que el 65% de los doctores superaba los 40 años en el 2008.

Con información de la plataforma ScienTI a 2008, de los 4.088 doctores reportados, el 84,9% residían en Colombia, el 1,9% en España, el 1,5% en Cuba, el 1,1% en Brasil y 1,1% en Estados Unidos.

El 75,8% de los doctores para el año 2008 eran colombianos, el 5,56% españoles, el 2,16% estadounidenses, el 1,63% cubanos, el 1,53% franceses, el 1,34% alemanes, el 1,28% brasileños, el 1,26% argentinos y el 1,10% mexicanos. Por otra parte, el 84,9% residía en Colombia, el 1,9% en España, el 1,5% en Cuba, el 1,1% en Brasil y 1,1% en Estados Unidos (Celis, 2010). Ahora bien, de los 3.725 colombianos reportados en la plataforma ScienTI, 3.438 (92,2%) residían en Colombia lo cual supone que los doctores nacidos

en Colombia residen en su mayoría en el mismo país. En cuanto a los doctores que están en Colombia, el 78% residían en Bogotá, Antioquia y Valle del Cauca. El caso de Bogotá era sobresaliente, pues allí residían el 44% del total de los doctores en Colombia mientras que Departamentos como Guajira, Vichada, Casanare y Putumayo, entre otros, no registraron doctores.

Esta distribución es casi similar cuando se analiza la distribución regional de los profesores con título de doctorado para el año 2006. El 49% de los profesores, según información del SNIES, residía en la ciudad de Bogotá, un 18% en Antioquia y un 10% en el Valle. Esta distribución tanto de doctores como de profesores tiene relación con el número de graduados de doctorado según Departamento como se mostrará ulteriormente.

En relación con el país en el cual los doctores obtuvieron el título respectivo con información de 2007, se encuentra que el país con más representación era España (830), luego Estados Unidos (810) y muy de lejos Colombia (499), Francia (340), Brasil (251), Gran Bretaña (197), Alemania (191), México (130) y Rusia (109) (Rubio, Celis, & Gómez, 2007).

Durante la última década Colombia aumentó la oferta de formación doctoral: entre los años 2003 y 2007 se crearon 43 programas de doctorado con respecto a 50 entre los años 1986 y 2002. Para el año 2012 el país cuenta con 210 programas de doctorado (SNIES, 2012).

Este crecimiento se explica gracias al Programa ACCES que lideró COLCIENCIAS durante la década pasada que no solamente permitió aumentar la oferta de programas de doctorado sino el número de estudiantes y graduados de doctorado como se mostrará ulteriormente. Igualmente al aumento de recursos asignados por COLCIENCIAS para realizar estudios de doctorado tanto en el país como en el exterior: se pasó de ejecutar 10.386 millones de pesos en el año 2002 a 101.459 millones en el año 2010. El aumento de los recursos destinados a financiar créditos condonables se traduce en que COLCIENCIAS en el año 2002 asignó 140 créditos y en el año 2010 este número llegó a 453.

Según región en que se encuentran los programas de doctorado para el año 2012, el 35,25% está en Bogotá, el 25,24% en Antioquia y el 7,14% en el Valle. Estas tres regiones representan el 64,63% del total de programas. El 69% de los programas de doctorado para el año 2012 son ofertados por instituciones oficiales. En la Universidad Nacional de Colombia se ubican el 25,7% de los programas de doctorado mientras que en la de Antioquia el 11%, en la de los

Andes el 6,7% y en la del Valle el 6,2%. Estas cuatro universidades concentran el 49,6% de la oferta de los programas en Colombia para el año 2012.

El 26% de los programas de doctorado para el año 2012 se ubican en el área de las Matemáticas y Ciencias Naturales y el 24% en la de Ciencias Sociales y Humanas. Estas dos áreas representan el 50% del total de los programas. Sin embargo, al sumar las áreas de Ciencias Sociales y Humanas y la de Educación representan el 34% del total de los programas y, en este caso, estas dos áreas junto con la de Matemáticas y Ciencias Naturales tienen un peso porcentual del 60%. Preocupa la baja representación que tienen las áreas de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo (18%) y Ciencias de la Salud (11%). Es crítico el caso del área de Agronomía y Veterinaria con el 6%.

En el año 2010, el 62,25% de los estudiantes matriculados en la educación superior lo estaban en programas universitarios y tan solo el 0,14% en programas de doctorado que es el nivel que tuvo el menor peso porcentual con respecto al resto de programas que conforman el sistema de educación superior en Colombia.

A pesar del bajo peso porcentual, Colombia pasó de tener 59 inscritos (personas interesadas en cursar un programa educativo) para la realización de estudios de doctorado en el año 2000 a 1.209 inscritos en el 2010. Lo anterior sugiere que cada vez más las personas tienen interés en realizar estudios de doctorado en Colombia en parte porque ha aumentando la oferta de programas de doctorado y los recursos de COLCIENCIAS. Este aumento de inscritos se refleja en el aumento de estudiantes nuevos (estudiantes que ingresan a primer año) en los programas de doctorado: en el año 2007 se registraron 432 estudiantes nuevos mientras que ese número llegó a 841 en el 2010. De igual manera, es muy alentador encontrar que el país pasó de 345 estudiantes matriculados en el año 2000 a 2.392 en el 2010.

En el año 2010, el 44,11% de los estudiantes matriculados en programas de doctorado lo estaban en universidades localizadas en Bogotá, 25,63% en Antioquia y 11,79% en Valle. Estas tres regiones representaron el 81,53% del total de estudiantes matriculados. Este fenómeno se explica porque en estas tres regiones se concentra la mayoría de programas de doctorado y de profesores de doctorado.

Entre las décadas de los ochentas y los noventas, las universidades colombianas habían otorgado tan solo 88 títulos de doctorado y el 65% fue en Ciencias Básicas y Matemáticas y 28,4% pertenecían en el área de Filosofía y Teología

(Chaparro, 2008). Esto significa, teniendo en cuenta la información para la primera década de este Siglo, que en Colombia en casi treinta años de historia de los programas de doctorado se han otorgado 1.058 títulos.

Para el periodo 2001-2009, el 43% de los graduados en Colombia obtuvo el título en la ciudad de Bogotá. Los Departamentos de Antioquia y Valle exhibieron una representación entre el 23% y el 22% respectivamente del total, lo cual significa que al sumar estos Departamentos con Bogotá, el 88% de los graduados de doctorado provienen de estas tres regiones. En el año 2010, de los 208 graduados de doctorado, 98 (47%) obtuvieron el título en la ciudad Bogotá, 57 (27%) en Medellín y 23 (11%) en Cali. Significa entonces, que en estas tres Regiones se graduaron el 85% (178) de los doctores (Salazar-Acosta et al., 2011, p. 44).

De los 700 doctores graduados entre los años 2006 y 2010, 37,5% pertenecían al área de Ciencias naturales y exactas, 20% a Ingeniería y tecnología, 8,8% a ciencias médicas y de la salud, 5,8% a ciencias agrícolas y 27,7 a ciencias sociales y humanas (Salazar-Acosta et al., 2011, p. 48).

El 82% de los graduados obtuvo el título en una universidad pública. Esta situación se explica si se tiene en cuenta que en la década pasada la mayoría de programas de doctorado eran ofertados por las universidades públicas, que además dieron origen al sistema de formación doctoral en Colombia (Rubio et al., 2007). Con información del DocLac a 2009, “el 69% del total de egresados provienen de tres instituciones: Universidad Nacional, Universidad del Valle y Universidad de Antioquia” (Universidad del Rosario, 2010, p. 49).

Entre los años 2000 y 2010, las diferentes agencias que financiaron estudios de doctorado otorgaron 2.946 becas (Salazar-Acosta et al., 2010; Salazar-Acosta et al., 2011). En el año 2000 tan solo se otorgaron 50 becas mientras que en el 2010 este número llegó a 688 (Salazar-Acosta et al., 2010; Salazar-Acosta et al., 2011). Este aumento se debe al interés de fortalecer el capital humano con doctorado para mejorar las capacidades de investigación e innovación del país.

De las 2 mil becas, créditos y becas-créditos otorgadas en Colombia para realizar estudios de doctorado entre los años 2006 y 2010, 1.210 (60%) fueron otorgadas por COLCIENCIAS (Salazar-Acosta et al., 2011, p. 62) convirtiéndose así en el principal financiador de estudios de doctorado en Colombia.

De las 2 mil becas para el periodo 2006-2010, el 37,2% fue para realizar estudios de doctorado en el país y 62,7% en el exterior (OCYT 2011, 64). En el año 2010,

el 33,5% fue en el país y (Universidad del Rosario, 2010) en el exterior del 66.4%. Según nivel educativo de los graduados en Colombia, los que obtuvieron el nivel de doctorado tienen el mayor porcentaje de graduados vinculados al sector formal de la economía: para el periodo 2001-2009 llegó a una tasa del 94%. (OLE, 2010).

El 48% de los graduados de doctorado trabaja en el sector de la educación en instituciones de educación superior: no hay graduados laborando siquiera en la educación media o secundaria. Los demás sectores no tienen una participación porcentual significativa. Sin embargo a un 42.1% de graduados que no han sido clasificados según sector, pero a manera de hipótesis se puede afirmar que el peso relativo por sector no cambiará drásticamente la distribución actual (OLE, 2010).

De los 693.995 personas que reportaron información en la EDIT IV, el 0,06% tenían doctorado (Salazar-Acosta et al., 2011, p.158). De los 471 doctores, 129 (27%) de ellos participó en actividades de desarrollo e innovación tecnológica (OCYT, 2011, p.158), 336 (71%) laboraban en empresas grandes (Salazar-Acosta et al., 2011, p.158) y tan solo 59 (12%) trabajaban en empresas consideradas como innovadoras en sentido estricto mientras 186 (39%) lo hacían en empresas consideradas como no innovadoras (Salazar-Acosta et al., 2011, p.159).

Con información al año 2005 sobre el personal ocupado en las empresas en la Región Cundinamarca y Bogotá, de las 211.012 personas que reportaron las empresas el 0.1% tenía título de doctorado, 0,1% maestría, 1% especialización y 7,8% eran profesionales: el 56,6% tenía nivel secundario (Malaver & Vargas, 2006). Este fenómeno fue muy parecido al que se registró en el Eje Cafetero en el año 2004 en el cual solamente el 0,01% del personal ocupado tenía doctorado, 0,08% maestría y un 1% especialización mientras que el 39% tenía secundaria y el 30% primaria. El personal con formación de posgrado solamente representó el 1,5% del total de las personas ocupadas en el Eje Cafetero (UTP, UQ, FUEC, & RAM, 2008).

En términos de las áreas en las cuales se desempeñaban los doctores en las empresas en la Región Cundinamarca y Bogotá, se encontró que el 61.4% lo hacía en el área de administración y el 38,5% en la de producción. Cuando se comparan las actividades que hacen los magísteres, se encuentra que el 10,2% realizaban actividades de I+D y lo mismo sucede con los especialistas y profesionales: 6,0% y 6,3% respectivamente.

## Ideas, creencias, percepciones y motivaciones de actores del sistema de innovación en Colombia

En la revisión de estudios sobre el mercado de doctores se encontró que las expectativas subjetivas resultan esenciales para comprender las razones por cuales los doctores optan por la academia o la empresa. Al mismo tiempo, se consideró relevante conocer los valores y percepciones que algunos empresarios tienen sobre el rol de los doctores en la sociedad, la empresa y la academia. Para poder conocer las expectativas subjetivas y valoraciones se aplicaron encuestas a estudiantes, graduados y profesores de programas de doctorado (sector académico) y se hicieron entrevistas a empresarios pertenecientes a grandes empresas según la clasificación dispuesta por el Estado para este fin y que son las más innovadoras.

El análisis del material empírico muestra una diferencia entre las percepciones que el sector académico y los empresarios tienen de la innovación. Mientras los primeros se quedan en muchos casos en una definición simplista de la innovación vista como hacer cosas novedosas, cuando van un poco más lejos abogan por un modelo de innovación de tipo lineal (investigación básica, investigación aplicada, innovación) los segundos enfatizan que para poder hablar de innovación debe haber una apropiación del mercado de las nuevas ideas y en esta perspectiva la innovación debe generar riqueza, no simplemente ser potencial generador de ésta.

Estudiantes y graduados de doctorado encuentran la universidad como el destino ocupacional preferido, pues consideran que éste otorga estabilidad laboral, altos márgenes de libertad para escoger el tema de investigación, espacios para poder publicar y participar en redes y congresos académicos que los hacen tener reconocimiento de sus pares. Esta percepción es la que se llama en la literatura como gusto por la ciencia y dicha percepción se gesta indiscutiblemente durante el proceso de formación.

### La universidad, el destino natural para los doctores

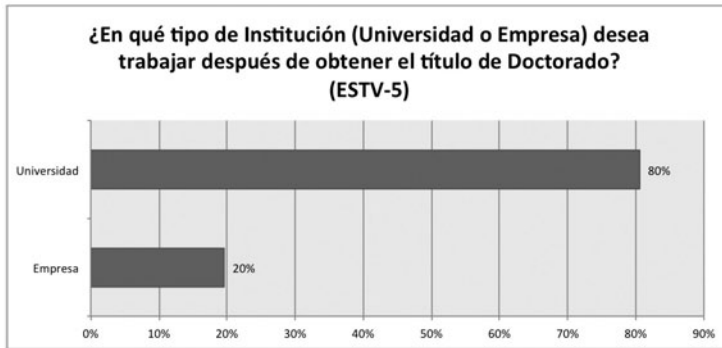
Cuando se preguntó a estudiantes doctorales sobre sus preferencias de empleo, se encuentra lo que ilustra la Gráfica 3. Los estudiantes prefieren trabajar en la academia. Se encontró que sólo 2 de cada 10 estudiantes seleccionan la empresa como primera opción Gráfica 3. Si se les pide dar una nota sobre el interés de estar en uno de los sectores, la Gráfica 5 ilustra igualmente la respuesta obtenida. Finalmente si se pregunta por las razones para estar en un sector u otro se encuentra lo que ilustra la Gráfica 6.





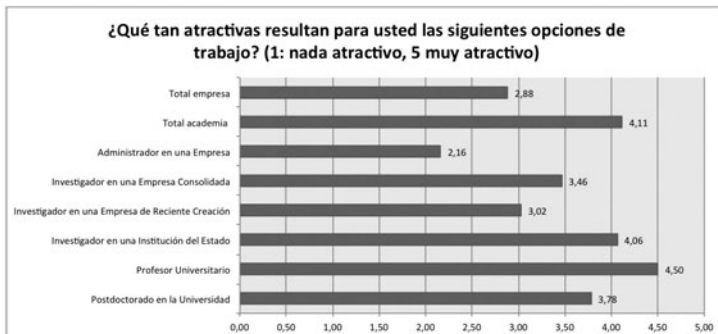
Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 3: Las preferencias de los estudiantes con respecto a la actividad**



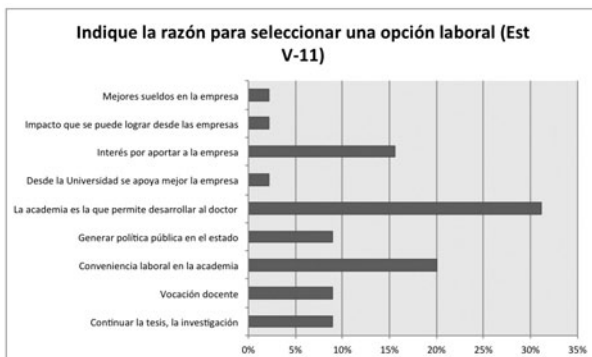
Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 4: Preferencia de los estudiantes para trabajar en una empresa o en una universidad**



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 5: Atractivo para los estudiantes de diferentes opciones de trabajo**



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 6: Razones que presentan los estudiantes para seleccionar una opción laboral**

Este conjunto de gráficas ilustra la clara preferencia que tienen los estudiantes para continuar en el mundo académico y de hecho, lo conciben como el lugar natural para la inserción profesional, no se trata simplemente de una percepción sobre el lugar donde podrían encontrar un empleo.

Si se examinan trabajos internacionales como Roach and Sauermann (2010), se encuentra que una probable explicación se centra en los aspectos que el doctor valora en su contexto de desempeño. Quienes quieren un lugar sin muchos riesgos, donde tenga visibilidad entre sus pares y puedan publicar, decidir libremente por que van a investigar, la academia será el lugar preferido. Si lo que le interesa es tener impacto y un alto nivel de ingresos, el lugar seleccionado será la empresa.

Esto lleva a una conclusión que no es nueva si se considera la visión francesa del problema utilizada en el programa denominado CIFRE (Ver ANRT-CIFRE (2010)):

En la formación doctoral se construyen valores y preferencias que son importantes en la preferencia que tenga el recién egresado en relación a si trabaja en la Academia o en la Empresa y que, en medio de una formación fundamentalmente académica, la primera opción estará usualmente en la Academia.

En otras palabras, en las formaciones doctorales no sólo se “transmiten conocimientos”, sino valores, creencias y preferencias. Por ello, puede

resultar preocupante la capacidad que un doctor tenga para acomodarse al medio de la empresa. Esto se confirma si se examinan algunas de las respuestas a preguntas abiertas en la encuesta realizada donde algunos estudiantes expresan su aversión a trabajar en la empresa por considerar que las empresas hacen beneficios de su labor o tienen intereses comerciales en lo que hacen.

La Gráfica 7 confirma algunas de las afirmaciones anteriores:



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 7: Razones de los estudiantes para preferir una universidad o una empresa**

Si se comparan las respuestas de los estudiantes con la de egresados y profesores de programas doctorales se encuentra una alta correlación como lo indica la siguiente gráfica:



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 8: Presencia de atributos para una universidad según los tres grupos**

Un resultado similar se encuentra en relación al trabajo en una empresa de creación reciente (ver Gráfica 85) o en una empresa consolidada (ver Gráfica 86). La transmisión de creencias, perspectivas y valoraciones parece evidente.

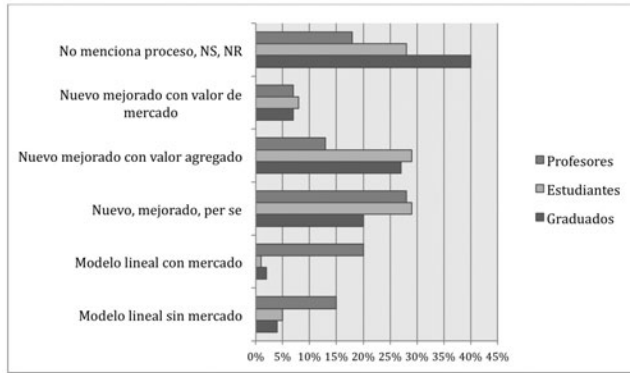
En este punto se puede concluir que si se quiere formar doctores para las empresas, será necesario actuar sobre las creencias y preferencias de los estudiantes.

En el capítulo V se hace una presentación con mayor detalle de los resultados de la encuesta.

## **Innovación y novedad parece ser lo mismo, la universidad en el centro del universo de la innovación**

Un segundo aspecto que exploraron las encuestas y entrevistas se relaciona con la comprensión que tienen los diferentes actores sobre lo que es la innovación. Esta parte del trabajo se sustenta en la premisa de que para poder promover innovación, una condición necesaria es saber qué significa el término y entender con suficiente profundidad qué significa un proceso de innovación.

Lo que se encontró, es que mientras los empresarios entrevistados tienen una definición cercana a la definición técnica adoptada internacionalmente (ver (OECD, 2009; Portnoff, 2004), al menos desde una perspectiva declarativa, en el sector académico la situación es bien diferente como se ilustra en la Gráfica 9. Para la mayoría de los encuestados, innovación es simplemente hacer algo nuevo o modificar algo sin que en esta aproximación se mencione el mercado como parte de la ecuación. Un porcentaje mínimo indica el mercado. Sobre el proceso mismo de innovación, solamente el grupo de profesores indican algún modelo y seleccionan el denominado modelo lineal de innovación como el proceso que describe cómo se producen las innovaciones. Este modelo ha sido ampliamente analizado en la literatura y sus limitaciones han sido puestas de relieve como se indica en Portnoff (2004), pues explica finalmente pocos procesos de innovación. Sin duda es un modelo que conviene a la academia, pues la coloca en la fuente y camino de todo proceso de innovación, lo cual justifica la necesidad de recursos crecientes para la investigación en las universidades.



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 9: Análisis de frecuencia sobre percepciones de los graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado sobre qué es la innovación en la empresa.**

En este punto se puede proponer una segunda conclusión:

La formación de doctores para la empresa no sólo requiere de un ambiente para promover valores y preferencias compatibles con el mundo empresarial, sino una formación específica en innovación y por qué no, en emprendimiento.

## Consideraciones para una política pública que promueva la inserción de doctores en Colombia

Después de hacer una revisión de literatura sobre el concepto de innovación, el mercado de los doctores en Francia, Alemania y Estados Unidos (Enders, 2002; Mangematin, 2000; Roach & Sauermann, 2010), de evaluaciones hechas a las políticas públicas en materia de inserción doctoral en España y Francia, de describir las capacidades de innovación del sector empresarial y el recurso humano con doctorado en Colombia y lo más importante analizar, describir y sistematizar las percepciones, valoraciones y creencias que algunos empresarios y estudiantes, graduados y profesores de programas de doctorado en el área de ingeniería tienen sobre el mercado de doctores en Colombia, este estudio plantea dos consideraciones para sustentar una política pública orientada a estimular la inserción de doctores. Estas consideraciones son:

- 1) El concepto de innovación.
- 2) Las expectativas subjetivas de los estudiantes de doctorado y la formación doctoral en ingeniería.

## El concepto de innovación

Uno de los resultados que más llamo la atención fue la percepción tan diferente sobre lo que representa el concepto de innovación para empresarios y para el sector académico en relación con las definiciones técnicas que han hecho consenso internacional. Mientras los empresarios perciben la innovación como un elemento asociado a la generación de productos que son apropiados por el mercado con miras a generar riqueza, definición muy cercana a la propuesta por OECD (2009), el sector académico, sin diferencias significativas entre estudiantes, graduados y profesores, la percibe *como mejorar algo o como hacer algo nuevo* con escasas alusiones al mercado, en un número de casos importantes, desde la perspectiva del modelo lineal de innovación.

Esta situación lleva a proponer la adopción de una definición apropiada del concepto de innovación que además de responder a las especificidades de las empresas, se convierta en un elemento de comprensión común para el sector empresarial como para el académico. Este concepto es el elemento de interacción sobre el cual se pueden comprender con mucha más facilidad los dos sectores que como se evidenció están ubicados en orillas diferentes. Como se mostrará en lo ulterior, el concepto de innovación también debe conducir a revisar y redefinir los alcances propuestos en los objetivos educacionales de los programas de doctorado en el área de ingeniería en Colombia. No basta con postular un concepto de innovación si éste no se traduce y se promueve durante el proceso de formación de los estudiantes de doctorado. Es indiscutible el efecto que tiene la formación que reciben los estudiantes en las percepciones que ellos crean sobre la innovación y el mercado de trabajo en la empresa. La inserción doctoral no puede estimularse a espaldas de los esquemas o patrones de conducta que interiorizan los estudiantes durante su periodo de estudios.

Con base en la revisión de literatura expuesta se propone utilizar *una definición técnica del concepto de innovación* en los siguientes términos:

*La innovación, entendida como incorporación de conocimiento a procesos productivos y sociales, es una determinante de la competitividad y el crecimiento, ya que permite obtener nuevos procesos, productos y servicios, que al realizarse en el mercado modifican la capacidad de competencia de los productos.*

Este concepto trae aparejados los siguientes atributos los cuales se consideran distintivos en una definición técnica (ver capítulo I):

- 1) El conocimiento de las necesidades presentes y futuras del mercado son esenciales toda vez que el mercado es quien finalmente da fe de que una idea o una novedad es efectivamente una innovación.
- 2) La innovación es un proceso social y como proceso involucra a diferentes actores (proveedores de bienes y servicios, clientes, usuarios). No es un asunto exclusivo de un actor sino que la interacción, vista en una perspectiva de la división social del trabajo, entre los actores resulta decisiva.
- 3) El resultado de la innovación es lograr implantar de manera exitosa una idea en el mercado *en términos de un nuevo producto (bien o servicio), proceso o forma de organización que satisfaga unas necesidades existentes o latentes de una parte de la sociedad.*
- 4) Los procesos de innovación incluyen la sociedad completa, por ello es la sociedad completa la que debe sintonizarse para la innovación (Council of competitiveness, 2004). Son las cadenas completas de formación, desde los primeros años, las que finalmente pueden lograr este resultado: ciudadanos preparados como productores y consumidores para promover un ambiente de innovación.

Para los intereses de este estudio, se adopta la tipificación innovaciones propuestas en OECD (2009): Innovación de producto, de proceso, en la comercialización y en la organización.

## **Las expectativas subjetivas de los estudiantes de doctorado y la formación doctoral en ingeniería**

Se considera central *transformar* los actuales programas de doctorado en ingeniería en programas más enfocados en la innovación empresarial lo cual supondría:

- 1) *Redefinir los objetivos educacionales de programas en función del concepto de innovación antes expuesto.* Los programas de doctorado no pueden seguirse proyectando para reproducir casi de manera exclusiva, en términos sociológicos, las comunidades académicas de las universidades. Esta idea promovida desde los ochentas en el discurso de las políticas sobre Ciencia y Tecnología en Colombia debe ser

superada (Rubio et al., 2007). Es prioritario utilizar un enfoque que favorezca la incursión de los doctores en otro mercado de trabajo diferente al académico para lograr integrar los estudiantes y graduados de doctorado en la mejora de las capacidades de innovación del sector empresarial. No se puede pretender y mucho menos mantener, bajo el supuesto de la innovación lineal esgrimido por el sector académico, que la formación doctoral debe estar dirigida únicamente hacia la investigación que produce réditos académicos, sobre todo producción de artículos científicos, que como evidenció la revisión de los estudios y experiencias internacionales es un factor indiferente para el sector empresarial que valora mucho más el trabajo colaborativo.

- 2) *Adoptar un esquema colaborativo entre universidades y empresas como el que tiene establecido el CIFRE.* Se debe promover que los programas de doctorado se concentren, al menos en un porcentaje importante, en los problemas o temas que son de interés para la empresa, de tal manera que el recurso humano que se forme no sólo resuelva los problemas sino que conozca y comprenda la racionalidad del sector empresarial. En esta perspectiva, las tesis de doctorado están proyectadas para que el estudiante aborde de manera rigurosa y con la profundidad del caso un problema de la empresa y que la realización de la misma se haga con la capacidad de infraestructura que tengan las universidades y las empresas.
- 3) *Reformular los criterios y actores que participan para crear y evaluar programas de doctorado en Colombia.* La inserción requiere que el Ministerio de Educación Nacional, como entidad reguladora de la educación superior, desempeñe un papel protagónico. Se debe generar una reglamentación específica para que los doctorados dedicados a formar doctores para la innovación empresarial tengan cabida dentro de la oferta. No es aconsejable aplicar de manera indistinta los actuales criterios contemplados en la legislación para crear un doctorado, Decreto 1295 (MEN, 2010) toda vez que los mismos están fundamentados y son evaluados por el sector académico. El sector empresarial es inexistente.

Un estudio posterior sobre la inserción doctoral en Colombia debe abordar y proponer alternativas sobre las anteriores consideraciones hechas. La estructuración de un programa doctoral para la innovación exige también incluir aspectos de emprendimiento y pensar en los mecanismos de seguimiento y evaluación al desempeño de los estudiantes, mecanismos que deben ser concertados y aplicados de manera coordinada entre la universidad y la empresa, y proponer adiciones al sistema de aseguramiento de la calidad de la educación superior para que desde el Estado se reconozca y promueva este tipo de programas.







# Introducción

Resulta suficientemente claro que el desarrollo social y económico que requiere Colombia en los años venideros depende en gran medida de la capacidad del país para crear, difundir y utilizar conocimiento que permita generar innovaciones que promuevan a su vez un aumento de la competitividad en sectores estratégicos o llamados de talla de mundial (COLCIENCIAS, 2008). Un componente central para este fin es el capital humano con competencias en investigación, en este caso, doctores (DNP, 2008, 2009, 2010).

Un examen del origen de patentes en el mundo muestra que el mayor número de éstas proviene de centros de investigación y desarrollo de las empresas, a sabiendas de que estas sólo patentan cuando es absolutamente necesario para proteger el conocimiento, por lo que estos resultados son de hecho conservadores pues en muchos casos las industrias buscan proteger sus innovaciones en el marco del secreto industrial y, en consecuencia, no se produce una patente (Portnoff, 2004).

De otra parte, en los países desarrollados el mayor porcentaje de recurso humano a nivel doctoral se ubica en la empresa y centros de investigación, permaneciendo en la academia un porcentaje menor. Sin embargo, en los países no desarrollados la relación es contraria. Particularmente en el caso colombiano la mayoría del capital humano con formación doctoral se encuentra en las universidades y son pocas las empresas que emplean capital humano con doctorado en actividades de investigación y desarrollo. De los 693.995 personas que reportaron información en la EDIT IV, el 0,06% tenía título de doctorado y tan solo el 27% de ellos participó en actividades de desarrollo e innovación tecnológica (Salazar-Acosta et al., 2011, p.158).

Siendo este el escenario, este trabajo pretende responder a la pregunta de ¿cómo se puede aumentar de forma sustancial la inserción de capital humano con doctorado en la empresa?, esto es, ¿qué consideraciones se deben en tener en cuenta para contar con políticas públicas que estimulen la inserción de

doctores al sector empresarial y así acrecentar la capacidad de generación de conocimiento en dicho sector y sus niveles de innovación y competitividad en un mercado moldeado por la globalización?

Para responder a este interrogante, se definieron los siguientes objetivos:

- 1) Hacer una revisión sobre el concepto de innovación para proveer un marco conceptual y una utilización apropiada de términos comunes en este campo.
- 2) Hacer una síntesis de estudios que se han hecho sobre el mercado de los doctores en otros países en los cuales el sector empresarial se ha convertido en un nuevo destino laboral para este segmento poblacional con miras a comprender la situación en otras latitudes y tener puntos de comparación y contraste con el caso colombiano.
- 3) Describir los programas de inserción doctoral en algunos países buscando identificar los mecanismos de inserción seleccionados y los resultados alcanzados con este tipo de iniciativas.
- 4) Describir el sector empresarial y el sistema de doctores en Colombia para dar un contexto sobre las capacidades de I+D+I de dicho sector y sobre el recurso humano con doctorado y de los programas de doctorado con que cuenta el país.
- 5) Analizar los imaginarios, valoraciones y creencias de representantes del sector empresarial y de algunos estudiantes, graduados y profesores de doctorado de las Facultades de Ingeniería en Colombia sobre el concepto de innovación, el rol de los doctores en la sociedad, la academia y la empresa y finalmente la manera en que perciben el sector empresarial como destino laboral para los doctores.
- 6) Hacer unas consideraciones sustentadas en los anteriores objetivos para aportar a la adopción de políticas públicas orientadas a estimular la inserción de doctores al sector empresarial en Colombia.

El trabajo se desarrolla en seis secciones:

- En la primera sección se busca proveer un marco conceptual en torno a la innovación con el fin de unificar lenguaje en un campo en el cual el término “innovación” se ha utilizado con diferentes interpretaciones.
- En la segunda sección se hace una síntesis de los trabajos realizados sobre el mercado de los doctores en algunos países (Francia, Alemania, Estados Unidos) y que los autores encuentran relevantes para este trabajo.
- En la tercera sección se abordan dos modelos de inserción adoptados en España y Francia con miras a convertir el sector empresarial en un

nuevo destino laboral, diferente a la academia, y fortalecer también las capacidades de innovación de dicho sector.

- En la cuarta sección se hace una descripción del sector empresarial y el recurso humano con doctorado en Colombia.
- En la quinta sección se analizan las percepciones, valoraciones y creencias que empresarios y estudiantes, graduados y profesores de programas de doctorado en el área de ingeniería en Colombia tienen sobre la innovación y el sector empresarial como destino laboral. Para este caso se adoptó la metodología utilizada en un estudio hecho recientemente en Estados Unidos (Roach & Sauermann, 2010, p. 422-434).
- Finalmente, en la sección seis, se presentan consideraciones con las que se espera contribuir a resolver la pregunta central del trabajo: cómo incrementar la participación de los doctores en el sector empresarial en Colombia.





# **CAPÍTULO I**

**Innovación:  
mitos, creencias y  
definiciones**



Recientemente en Colombia el discurso de la innovación ha tomado tal fuerza que se sancionó la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación (LEY 1286, 2009) que transformó la institucionalidad del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, sobre todo al convertir a COLCIENCIAS en un Departamento Administrativo adscrito a la Presidencia de la República, se definió una política de innovación y competitividad (DNP, 2008, 2009), se firmaron préstamos con la Banca Multilateral para acrecentar los niveles de innovación del país (DNP, 2010) y en el actual Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para Todos” (DNP, 2011) se ha definido la innovación como una de las “locomotoras” que hará posible que se lleve a feliz término las metas consignadas en dicho Plan.

En esta perspectiva, la innovación ha sido elevada a requisito indispensable para que Colombia modernice y mejore su capacidad productiva alcanzando así mejores niveles de calidad de vida y de bienestar social para la población en general (COLCIENCIAS, 2008). Casi todos los Ministerios y Departamentos Administrativos, por no decir que todos, establecen la innovación como banderas de sus respectivos planes de desarrollo sectorial. Las Gobernaciones y Entidades Territoriales encuentran en la innovación la salida a los problemas económicos y sociales de sus regiones también.

Las universidades tampoco han sido ajenas a este interés por la innovación. Algunas de ellas, convencidas -obligadas o empecinadas<sup>1</sup>- en convertirse en universidades de investigación, establecen como estímulos a la productividad académica la producción de patentes o licenciamientos como una manera de evidenciar su capacidad de aportar a la innovación.

Ahora bien, una de las estrategias establecidas para aumentar los niveles de innovación, y, por tanto, de competitividad, es la inserción de doctores en el sector productivo o empresarial colombiano (DNP, 2010). Colombia se ha dedicado, tímidamente en los ochentas y con más intensidad desde los noventas, a la formación de doctores (Rubio et al., 2007) los cuales fueron auspiciados en algunos casos y la mayoría de veces postulados por las universidades que se han convertido en el destino laboral de los doctores. A partir de la experiencia internacional y de las particularidades del mercado doctoral y sector empresarial colombiano, el Estado concibió y diseñó un instrumento

---

<sup>1</sup> Contrariamente a lo que sucede en sistemas de acreditación como ABET (2005) que exige condiciones en el proceso de enseñanza, el modelo del CNA (2006) continúa exigiendo niveles importantes de investigación aun para pregrado (Celis, 2011; Celis & Duque, 2011; Gómez & Celis, 2009).



para incentivar la inserción de doctores (Celis, 2010). Este instrumento que en su primera fase es un piloto para insertar 15 doctores en los próximos tres años, a partir del año 2011, es una de las apuestas más importantes para la innovación según lo establecido en el Programa “Alejandro López” (COLCIENCIAS, 2011a, 2011b) y para su desarrollo se ha destinado una partida superior a los 2 millones de dólares.

En este contexto de la política pública es indispensable, sobre todo teniendo en cuenta que este trabajo busca plantear unas consideraciones sobre la inserción doctoral, hacer un análisis sobre los mitos y creencias que se asocian a la innovación, por una parte, y, por otra, presentar una definición sobre la innovación en el sector empresarial a partir de la revisión de la literatura como de los imaginarios que se identificaron durante las entrevistas y las encuestas hechas (ver capítulo V) buscando que las consideraciones que se propongan partan de un supuesto ajustado a la realidad empresarial colombiana sin olvidar obviamente los referentes internacionales. Este ejercicio, si se quiere de tipo epistemológico o más bien heurístico, hará comprensible la insistencia de adoptar un concepto de innovación asociado a la inserción porque si de algo carece el modelo adoptado por COLCIENCIAS para promover la inserción es de un concepto sobre innovación (COLCIENCIAS, 2011a, 2011b). Se parte de un supuesto bastante simple y es que la inserción de doctores genera por sí sola innovación pasando por alto las percepciones, imaginarios y creencias que tienen los doctores sobre las empresas y la innovación empresarial pues la mayoría de ellos se han formado para ser profesores universitarios (ver capítulo V) y las empresas por su parte no encuentran mucha utilidad en el uso de doctores cuando consideran que el conocimiento se produce en países desarrollados (Aguirre, 2005; Daza, 2009) y el tipo de trabajador que se requiere es más bien el que se ha formado sobre la experiencia práctica, valga el pleonismo, al estilo ensayo-error, sin que medie una base científica suficientemente sólida. Dicho argumento es útil para comprender porque tan solo el 0,06% del personal ocupado tenía título de doctorado y el 27% de ellos participó en actividades de desarrollo e innovación tecnológica (Salazar-Acosta et al., 2011, p.158) y la poca innovación que se produce en las empresas, según la definición adoptada por la EDIT, esté en manos de magísteres antes que en los doctores (DANE, DNP, & COLCIENCIAS, 2010).

En general, los mitos y creencias, particularmente cuando no son apropiados, dificultan la comprensión de procesos complejos de la sociedad, pues llevan a visiones erradas o extremadamente simplificadas. Cuando esto sucede como sustento de políticas públicas el efecto puede ser muy perjudicial y costoso.

A continuación se presentarán algunos mitos presentes con gran frecuencia sobre los cuales se hacen propuestas y se toman decisiones de política pública:

*Un primer mito sobre la innovación es definirla simplemente como un novedad.*

La innovación es un concepto complejo y una definición de unas cuantas palabras y párrafos no lo reemplaza. Adicionalmente se trata de un concepto relativamente nuevo que ha venido ajustándose en las últimas décadas. Estas situaciones explican el hecho de que la palabra innovación para diferentes personas representa cosas diferentes.

Particularmente en el sector educación, el imaginario asociado a innovación se encuentra alejado de la definición técnica del término en el campo empresarial e industrial pudiendo ser éste uno de los primeros obstáculos en la formación en las universidades de recurso humano para la innovación.

En general, el concepto de innovación en el sector educativo tiende a identificarse con una novedad, una idea que parece nueva. Basta que exista una idea novedosa (a menudo en el contexto en que se produce) para que se comience a hablar de innovación (ver capítulo V). Un ejemplo de ello son las innovaciones educativas que son denominadas así por proponer hacer las cosas de forma diferente, a menudo en un marco local, si bien una corta búsqueda bibliográfica y de experiencias en otras latitudes muestra a menudo que la idea no es realmente novedosa. Como se verá a continuación, esta definición de innovación no corresponde a la definición técnica que se le ha dado en otros campos como el empresarial, industrial y político.

Una razón para adoptar una definición diferente a la de una novedad o simplemente una idea nueva la presenta Edgerton (2004) quien citando a Stoneman and David (1986) indica:

*Las mejoras en productividad y calidad, y por tanto el bienestar económico y el rendimiento de empresas e industrias, no responden a la tasa de desarrollo de nuevas tecnologías, sino a la velocidad con la que sus aplicaciones se extienden en las operaciones comerciales.*

En efecto, si la supuesta nueva idea o desarrollo no se implanta de forma suficientemente amplia, su impacto será muy pequeño para ser de interés. Innovación representa entonces, adopción social e impacto positivo más que una novedad o una idea nueva. El mercado o los usuarios son quienes

finalmente dan fe de que una idea o una novedad es efectivamente una innovación.

Un segundo peligro de asociar innovación a ideas nuevas es el desarrollo de cursos y programas que buscan promover recurso humano para la innovación y en cuya ejecución se destinan fuertes recursos en desarrollar habilidades de investigación y en segundo lugar en promover creatividad, pero se olvidan completamente del mercado y la economía en los procesos que llevan efectivamente a una innovación.

*Un segundo mito es asociar la innovación a un proceso que arranca en la investigación básica y termina en el mercado.*

Una segunda concepción que dificulta abordar el tema de forma apropiada es la visión que a menudo se tiene en el sector académico sobre cómo se produce la innovación. Resulta común que, particularmente los académicos y algunos políticos y funcionarios, piensen que la innovación es un proceso lineal que comienza por la investigación básica, seguida de investigación aplicada, para concluir en el desarrollo y puesta en el mercado de servicios y productos. Esta es una visión muy apreciada en el mundo académico, pues justifica que el Estado haga grandes inversiones en investigación básica y aplicada en las universidades, inversiones con las cuales se mantiene el modelo de la universidad de investigación que ha sido promovido como el ideal en la segunda parte del Siglo XX y primeras décadas del Siglo XXI. La universidad parece ser un eslabón indispensable e incluso la fuente en la mayoría de los procesos de innovación de gran impacto según este modelo. Sin embargo, las cifras tanto en monto de inversión como en producción de patentes contradicen esta visión denominada “lineal”.

Estudiosos del tema como Todtling et al. (2009) ponen de relieve que la innovación es un proceso interactivo que implica relaciones con múltiples formas de conocimiento y actores. De hecho, el concepto de Sistema de Innovación Nacional tiene muchas perspectivas e interpretaciones (Sharif, 2006).

*Un tercer mito se refiere al denominado “la mejor trampa de ratones” en (Bacon & Butler, 1986):*

A menudo se piensa que producir un artefacto tecnológico ya existente pero un poco mejor, asegura el camino a la innovación. Este mito se sustenta en un error común relacionado con suponer que el mercado requiere de un artefacto

mejor per se, desconociendo las necesidades que puedan existir. De otra parte, olvida que no necesariamente la solución de un problema requiere de un mejor artefacto que puede resultar muy costoso y que en consecuencia lo puede convertir en un fracaso. A menudo quien busca resolver un problema, adquiere un artefacto que lo resuelva y no el mejor artefacto posible. Los ejemplos son innumerables para soportar esta afirmación y suceden en las decisiones que tomamos cada día.

*Un cuarto mito, indicado por los mismos autores, es “otra Xerox”, sacar el súper producto.*

En efecto, a menudo, artefactos más modestos logran mejores resultados, entre otras porque los “súper productos” pueden no llegar a instalarse en el mercado porque no responden a una necesidad o simplemente no logran una opinión favorable. Por ello algunas mejoras a artefactos, encontradas a partir de una muy buena comprensión de las necesidades del mercado, pueden dar lugar a mejores resultados.

*Finalmente, un quinto mito, propuesto por los mismos autores, se denomina “el regalo de un genio”.*

Este mito a menudo refuerza el mito del modelo lineal. Para algunas personas, incluido más de un académico, basta tomar la persona adecuada (un investigador con doctorado por ejemplo) y darle el tiempo y los recursos que necesite para tener asegurado el camino a producir una innovación. Según Bacon and Butler (1986) esta aproximación está destinada al fracaso, pues no se sustenta en la premisa de producir algo que satisfaga necesidades presentes o futuras del mercado.

De hecho, como lo presenta Edgerton (2004) las actividades de invención y de nuevas ideas y desarrollos (mal llamados innovación) raramente desembocan en técnicas que llegan a ser utilizadas, mientras que a menudo el uso de la técnica estimula la invención y la innovación.

De lo antes anotado resulta entonces evidente que se requiere proceder a definir de una forma más rigurosa lo que se entiende por innovación y a caracterizar los procesos que la promueven. En este capítulo se abordarán los dos temas:

- El concepto de innovación
- El proceso de innovación

La innovación, entendida como incorporación de conocimiento a procesos productivos y sociales, es una determinante de la competitividad y el crecimiento, ya que permite obtener nuevos procesos, productos y servicios, que al realizarse en el mercado modifican la capacidad de competencia de los productos. La fuente de toda mejora de competitividad es la acumulación de capacidades a nivel de la firma.

## ¿Qué definición funcional adoptar de innovación?

Numerosas son las definiciones del término innovación. Las que utilizan las agencias de estadística de los países miembro OECD y de América Latina, basadas en los Manuales de Oslo, tratan de ser precisas con el objeto de facilitar la medición.

Algunas definiciones de innovación. En (OECD, 2009) se presenta la siguiente definición:

*Una innovación es la puesta en operación de un producto (bien o servicio) o de un proceso nuevo o sensiblemente mejorado, de un nuevo método de comercialización o un nuevo método organizacional en las prácticas de la empresa, la organización del sitio de trabajo o las relaciones exteriores.*

La puesta en operación según la misma fuente debe interpretarse como:

*Un producto nuevo o mejorado es puesto en operación cuando es lanzado al mercado. Un proceso, un método de comercialización o un método de organización es puesto en servicio cuando él es efectivamente utilizado en el marco de operación de una empresa.*

Si bien esto ayuda a determinar cuándo la innovación se ha realizado, faltaría por determinar el tipo y las características de las actividades que pueden conducir a innovaciones. Jones, Sainsbury, Dowie, and Kavanagh (2003) proponen a partir de varios autores las siguientes definiciones (Salazar-Acosta, 2006):

- 1) Innovación es el proceso mediante el cual las ideas son transformadas, a través de actividades económicas, en resultados creadores de valores sostenibles.

- 2) Innovación es un proceso a través del cual se extrae valor económico del conocimiento, mediante la generación, desarrollo e implementación de ideas para producir productos, procesos y servicios.
- 3) Innovación cubre ese “millón de pequeñas cosas” que mejoran la operación de las empresas y las organizaciones.

La innovación como proceso social, se basa en la producción e intercambio de conocimiento entre múltiples actores, internos y externos a las organizaciones. La innovación no la hacen las empresas ni los centros de investigación o desarrollo tecnológico de manera aislada, sino que es el producto de una red de agentes sociales que involucra desde los proveedores de bienes y servicios hasta los usuarios y clientes. Esto es lo que describe la literatura, bajo el concepto de sistema de innovación, que todo el sistema educativo y de investigación, el sistema financiero, el sector productivo y los consumidores, y el sistema de gobierno, entre otros.

El concepto de innovación indudablemente es amplio e incluye actividades que conllevan al cambio técnico en las empresas y los países. Las actividades de innovación comprenden entre otras, la adquisición de tecnología, bien sea incorporada en bienes de capital o no incorporada (por ejemplo patentes, licencias, know-how, asesoría técnica), la capacitación, las actividades de I+D, los cambios organizacionales y de comercialización. La compra o adquisición “exógena” de tecnología para la solución de problemas no es una característica de los países en desarrollo; la “transferencia tecnológica” ha sido mucho más importante y voluminosa entre países industrializados que en los intercambios científicos y tecnológicos entre países “desarrollados” y “en desarrollo”. Esto significa que la tecnología no tiene que ser permanentemente reinventada: históricamente la gran mayoría se adquiere a través de distintos mecanismos, tales como compra de bienes de capital y bienes de consumo, inversión extranjera, y adquisición de patentes y licencias” (COLCIENCIAS, 2008, p. 27-28).

A menudo se confunde innovación, invención y descubrimiento (Portnoff, 2004). Mientras la invención se refiere a nuevas formas de hacer las cosas, el descubrimiento implica traer a la luz algún fenómeno natural (por ejemplo la ley de la gravedad) y la innovación se refiere a (Portnoff, 2004):

*Tomar una idea hasta el punto en que su aplicación es puesta en práctica.*

*o*

*Innovación es el resultado concreto de una idea que resulta fructífera, pues corresponde a necesidades de dos posibles áreas: científicas y tecnológicas de una parte, sociales por la otra.*

O según Popadiuk and Choo (2006):

*En otras palabras, si una idea no ha sido desarrollada y transformada en un producto proceso o servicio, o no ha sido comercializada, entonces no puede ser clasificada como una innovación.*

Innovación es, en consecuencia, no sólo tener una idea o incluso desarrollarla, sino lograr su implantación exitosa en términos de un nuevo producto (bien o servicio), proceso o forma de organización que satisfaga unas necesidades existentes o latentes de una parte de la sociedad.

Se podría argumentar en este punto que esta acepción corresponde a una posible definición de innovación y que son posibles otras como las que se emplean en el sector educativo, por ejemplo, en el cual una idea o su desarrollo son consideradas innovaciones como ya se mencionó. Esta última definición resulta poco funcional si se está hablando del tipo de innovación que produce riqueza, desarrolla productividad y competitividad en una sociedad. Por ello en este trabajo se adoptará la definición técnica de innovación que implica que sólo se puede hablar de innovación cuando el desarrollo de la idea ha sido exitosamente apropiada y utilizada por el sector de la sociedad al que está dirigido.

## **Innovación en el sector educativo**

Si se toma esta aproximación en el sector educativo implica que se puede hacer referencia a una innovación educativa cuando lo realizado está siendo utilizado por la comunidad académica en vista de sus buenos resultados y cuando la comunidad académica “ha comprado” el desarrollo propuesto. Esta definición eliminaría la mayoría de las denominadas innovaciones educativas que típicamente no se originan en el espacio de trabajo de quien la propone y que rara vez se examina su éxito real en el tiempo.

La innovación es contextual, pues ésta puede ser válida en el mundo, en un sector, en una organización (OECD & Looney, 2009). En particular, en el sector educativo una innovación puede referirse a un libro, un software educativo, un proceso pedagógico o de evaluación, o la organización que se logre en torno a la actividad del profesor y que haya tenido algún nivel de éxito desde la perspectiva de terceros.

## Modelo lineal vs. modelos holísticos

Un modelo es un intento de representar una parte de la realidad y su validez se asocia a su capacidad de explicar o predecir lo que sucede en el fenómeno que se está modelando. En esta perspectiva, todo modelo es una reducción de la realidad y, en consecuencia, logra abstraer solamente una parte del fenómeno que se quiere modelar. Por consiguiente, ningún modelo logra capturar la realidad completa. A menudo los modelos deben restringirse a espacios en los cuales son de interés y útiles, y su uso en otros contextos debe ser examinada con gran cuidado.

De otra parte, cuando un modelo logra explicar muy poco del fenómeno o sus predicciones en general resultan erradas, el modelo resulta poco útil.

En el marco de los procesos de innovación, la comunidad académica y algunos académicos han promovido la idea de que el principal y más importante camino de innovación es el camino de la investigación básica que nutre la investigación aplicada y que ulteriormente culmina en actividades de desarrollo de nuevos productos y procesos y finalmente se convierten en innovaciones *per se*. Este modelo ha sido denominado el *modelo lineal de la innovación*.

La validez de este modelo se puede cuestionar si se examinan historias de innovación. En efecto, son muchos los casos de innovación que no se pueden caracterizar con este modelo. Buena parte de las innovaciones y aún de las grandes invenciones se han realizado sin que haya existido el conocimiento científico profundo que se requiere para comprender esas innovaciones e invenciones (Edgerton, 2004; Portnoff, 2004). Esta constatación no puede ser utilizada con el fin de reducir la importancia que deben tener en una sociedad las actividades que generan nuevo conocimiento mediante la investigación la cual en el imbricado proceso de innovación en una sociedad terminan potenciando ideas o sugiriendo nuevos caminos. Lo que es cierto es que el camino no es lineal.

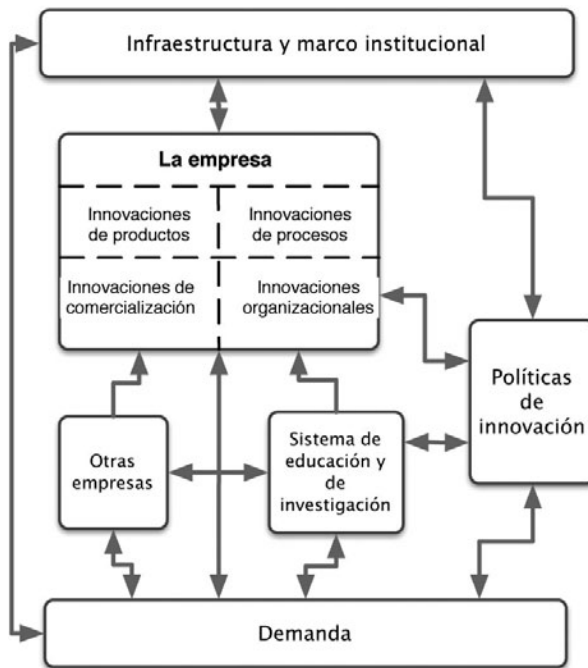
Un examen del origen de las patentes, por ejemplo, muestra que la mayor parte de estas provienen de la industria, seguida de los individuos, y sólo en tercer lugar, proviene de universidades y centros de investigación asociados (USPTO, 2012).



En OECD (2009) se indica que:

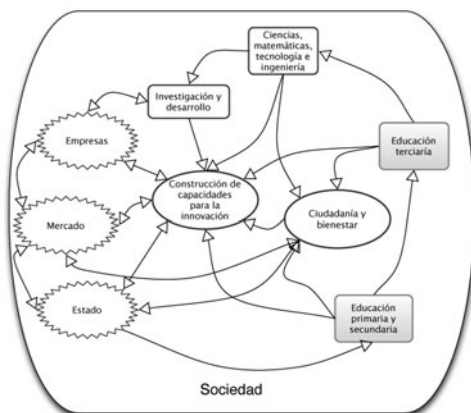
*Innovación e incertidumbre van a la par si se refiere a los resultados de la innovación. No se conoce con anticipación cuál será el fruto de estas actividades, por ejemplo, si la R&D llegará a la puesta a punto de un producto comercializable, ni cuanto tiempo y recursos serán necesarios para poner en marcha un nuevo proceso de producción o un nuevo método de comercialización, ni por que tanto logrará ser exitoso.*

El siguiente diagrama propuesto en OECD (2009) presenta una posible visión de un modelo considerablemente más complejo que el modelo lineal en el cual la empresa es colocada en el centro y las universidades, como actor social, juegan un rol al igual que otros actores:



**Gráfica 10: Proceso de innovación**

Una segunda forma de examinar el ecosistema de la innovación se presenta en el siguiente gráfico:



**Gráfica 11: Construcción de capacidades para la innovación**

En Tidd (2006) se presentan 5 generaciones diferentes de modelos que se listan en la siguiente tabla:

Generación	Características del modelo
Primera y segunda generación	Modelo lineal
Tercera generación	Interacción entre diferentes elementos y lazos de realimentación entre ellos (modelo acoplado).
Cuarta generación	Modelo de líneas paralelas, integración de la empresa tanto con el suministro como con el mercado, con énfasis en conexiones y alianzas.
Quinta generación	Integración de sistemas, trabajo en red intensivo, innovación continuada.

Fuente: Tidd (2006)

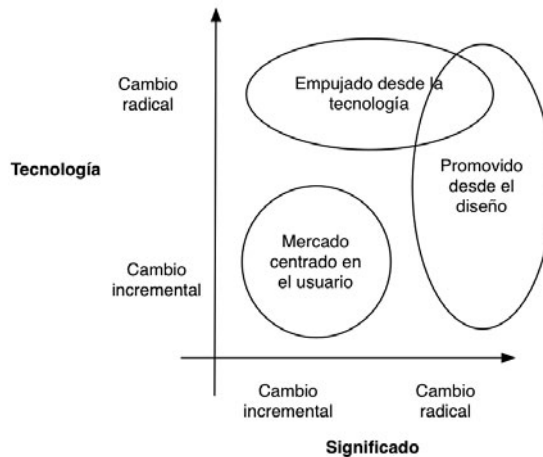
**Tabla 2: Generaciones de modelos sobre innovación**

En OECD (2009) igualmente se indica que el marco institucional en el que se hace la innovación en una empresa incluye los siguientes elementos:

- 1) Sistema educativo que determina las posibilidades de innovación y de mercado. De hecho, sistemas de corte elitista donde pocos tienen acceso a una buena educación, obtienen resultados inferiores socialmente a sistemas más equitativos (Baudelot & Establet, 2009).
- 2) El sistema universitario.

- 3) El sistema de formación técnica especializada.
- 4) La base científica y de investigación.
- 5) El saber codificado representado en publicaciones y normas técnicas, medio ambientales y de gestión.
- 6) Las políticas de innovación y otras políticas relacionadas.
- 7) El contexto legislativo y macroeconómico.
- 8) La infraestructura de comunicación.
- 9) El sistema financiero incluyendo la disponibilidad de capitales de riesgo.
- 10) El acceso a mercados y su tamaño.
- 11) La estructura industrial, el sistema de proveedores necesarios y las condiciones de libre competencia.

En Verganti (2009) se examina la innovación desde la perspectiva de qué es lo que está impulsando la innovación según se muestra en la siguiente gráfica:



**Gráfica 12 : Motivadores de la innovación**

Es de anotar que según varios autores (Bacon & Butler, 1986; Portnoff, 2004), la innovación, producto de cambios radicales, es la menos frecuente.

## Categorías de innovación

En OECD (2009) se proponen las siguientes categorías de innovación:

- 1) Innovación de producto: Introducción exitosa de un bien o servicio nuevo o mejorado.

- 2) Innovación de proceso: Puesta en funcionamiento de una propuesta de producción o distribución nueva o mejorada.
- 3) Innovación en la comercialización: Puesta en funcionamiento de un nuevo método de comercialización en relación con el condicionamiento, la ubicación, la promoción y la tarificación de un producto o servicio.
- 4) Innovación en la organización: Puesta en funcionamiento con éxito de una nueva estrategia organizacional en las prácticas, organización del trabajo o las relaciones externas de la empresa.

## Claves para producir innovaciones

Según Bacon and Butler (1986) se pueden mencionar al menos 3 claves:

- 1) Comprender con suficiente profundidad las necesidades del mercado lo cual implica anticipar necesidades futuras que deben ser previstas con bastante anticipación. Igualmente conocer las ventanas de tiempo en que una innovación puede ser exitosa. Sistemas de innovación que responden muy lentamente, aun detectando oportunidades, no llegan a aprovecharlas.
- 2) Focalizar los esfuerzos en innovación y no en invención. Inventar cosas nuevas no es suficiente para innovar, se requiere responder a una necesidad del mercado.
- 3) Utilizar procedimientos sistemáticos y eficientes para innovar. La innovación en general no es el producto de chispazos de un día sino de una labor permanente, sistemática y bien organizada de estudiar las necesidades del mercado en sus diferentes dimensiones, así como el desempeño de artefactos que ya se encuentran en el mercado, y responder oportunamente. Es la diferencia entre trabajar organizadamente día a día para generar riqueza personal o esperar que por un golpe de suerte el problema se resuelva ganando la lotería. Sin duda algunos han incrementado su riqueza personal por medio del azar, lo cual no justifica la utilización de esta estrategia en lugar de educarse y trabajar.





# **CAPÍTULO II**

**Estudios internacionales  
sobre el mercado de los  
doctores: el caso de Francia,  
Alemania y Estados Unidos**



**E**n este capítulo se hace una síntesis de algunos estudios sobre el mercado de trabajo de los doctores, las expectativas subjetivas que tienen los doctores sobre la academia y la empresa como destinos laborales y la inserción de doctores al sector empresarial (Enders, 2002; Mangematin, 2000; Roach & Sauermann, 2010). El propósito es exponer las aproximaciones teóricas y metodológicas utilizadas en otras latitudes (Francia, Alemania, Estados Unidos) para estudiar los temas antes mencionados, por un lado, y, por otro, explicar la metodología utilizada en el presente trabajo para conocer las valoraciones, representaciones y expectativas sobre el mercado laboral, en este caso la academia y la empresa, que tienen los profesores, estudiantes y graduados de doctorado de los programas de doctorado en ingeniería en Colombia. En este último caso, además de comprender la postura metodológica adoptada, se busca hacer comparaciones con los resultados reportados en los otros estudios, sobre todo en Roach and Sauermann (2010), para mostrar las diferencias y similitudes con Colombia (ver capítulo V).

## El estudio de Mangematin: el caso francés

Teniendo en cuenta el aumento registrado en Francia de graduados de doctorado durante las décadas de los ochentas y los noventas, la exigencia de tener un título de doctorado para poder laborar en las universidades o los laboratorios privados de investigación, la no correspondencia entre la formación recibida y los campos de desempeño laboral de los doctores y la ausencia de empleos estables para este segmento poblacional, Mangematin (2000) hace un análisis sobre los patrones para contratar doctores bien sea en la academia o en el sector privado y esboza un modelo para relieves los vínculos entre el ambiente profesional experimentado por los estudiantes durante la formación y el puesto de trabajo en que los graduados finalmente se ubican (Mangematin, 2000, p. 742). Para este análisis se utilizó una muestra de 400 doctores en ciencias de ingeniería graduados del INPG-Instituto Politécnico Nacional de Grenoble. Alrededor de 2.400 graduados de doctorado obtuvieron el título respectivo entre los años 1984 y 1996. Para la muestra se consideraron aquellos graduados que aún residían en Francia y eran menores de 35 años.

A continuación se hace una descripción de la población que fue encuestada para el presente estudio (ver Tabla 3 y Tabla 4):



<b>Características de la población</b>	<b>Ciencias de la ingeniería</b>
<b>Características de los estudiantes de doctorado</b>	
Porcentaje de mujeres	23.1%
<b>Promedio de edad al graduarse</b>	28 años
Graduados de las grandes écoles	70%
<b>Casados durante el doctorado</b>	37%
Características del investigador de doctorado	
<b>Tiempo promedio para finalizar el doctorado</b>	3,3 años
Moda	3 años
<b>Beca o asistencia de investigación para financiar los estudios de doctorado</b>	94%
Otro trabajo adicional	5%
<b>Otro</b>	1%
Colaboración con una empresa privada durante el doctorado	48,7%
<b>Ninguna colaboración con una empresa privada</b>	51,3%
Carrera	
<b>10 años después de haber concluido el doctorado</b>	36%
4 años después de haber concluido el doctorado	50%
<b>2 años después de haber concluido el doctorado</b>	14%
Distinción	
<b>Alta distinción</b>	41%
Otro	59%
<b>Número promedio de publicaciones durante el doctorado antes del primer empleo antes de graduarse</b>	2,9 (mínimo 0, máximo 16)
Trayectoria profesional	
<b>Primer empleo después de concluir el doctorado: contrato permanente</b>	69%
Primer empleo después de concluir el doctorado: contrato a término fijo	20%
<b>Primer empleo después de concluir el doctorado: desempleado</b>	1%
Planes profesionales al iniciar el doctorado	
<b>Convertirse en académico</b>	37,5 %
Obtener un empleo en el sector privado	31,4 %
<b>Inexistencia de una opción a priori</b>	31,1 %

Fuente (Mangematin, 2000, p. 748)

**Tabla 3: Descripción general de la población encuestada**

	<b>Primer empleo después del doctorado (%)</b>	<b>Posición laboral cuando fueron encuestados (marzo de 1997) (%)</b>
Posición en el sector académico	26,6	43,9
Investigación en el sector privado	35,1	37,1
Otras funciones (sector privado o público)	7,2	12,5
Contratos de duración corta o desempleados	31,1	6,5

Fuente (Mangematin, 2000, p.748)

**Tabla 4: Sector de empleo apenas después de haberse graduado del doctorado**

De las anteriores tablas Mangematin (2000) resalta los siguientes aspectos sobre la población encuestada:

- 1) Tres cuartas partes de los encuestados eran hombres.
- 2) La edad promedio de graduación fue de 28 años.
- 3) Se encontraron dos tipos de poblaciones en cuanto a trayectoria educativa. Los estudiantes graduados de las Grandes Écoles en las cuales se registran altos niveles de selectividad en contraste con aquellos graduados de universidades públicas en las cuales no hay selección.
- 4) Casi todos los estudiantes contaban con una beca o una asistencia de investigación. Los laboratorios los contrataron en la modalidad de tiempo completo. A los estudiantes se les consideraba investigadores profesionales por un periodo limitado de tres años.
- 5) Casi el 50% de los estudiantes estaba involucrado en esquemas colaborativos con un par en la industria. Esta colaboración podía ser de varios tipos. El par privado pagaba una parte del salario y los gastos del estudiante de doctorado o el laboratorio tenía un contrato de investigación y del mismo financiaba al estudiante o el estudiante tenía una beca de investigación y el par privado pagaba sus gastos.
- 6) Menos del 50% de los encuestados obtuvieron una posición académica. Una explicación para el alto porcentaje de contratos a corto tiempo para el primer trabajo puede encontrarse en los procedimientos de reclutamiento en las universidades francesas. Para poder ser contratado en una universidad, un aspirante debe haber completado su tesis antes del inicio de enero. Las universidades publican una corta lista en mayo y los profesores asistentes son contratados en septiembre. Las

universidades contratan una vez al año. Significa que los graduados deben encontrar un trabajo entre la finalización del doctorado y el periodo de contratación en las universidades.

- 7) Solamente una tercera parte de todos los graduados esperaban una posición académica después del doctorado, una tercera parte no tenía un plan profesional definido al iniciar el doctorado y una tercera parte esperaba una posición en el sector privado. Por tanto, el sector académico no era el único sector en el cual los graduados aspiraban ubicarse laboralmente. Mangematin (2000) muestra que estas expectativas laborales, además de estar relacionadas con el sector que financia los estudios de doctorado, hace que los estudiantes tengan su primera experiencia laboral como investigadores de tiempo completo a sus planes laborales futuros. Los estudiantes también diseñan los resultados de investigación de acuerdo con esta lógica. Aquellos interesados en ingresar a la academia tienen un significativo número de publicaciones con respecto a aquellos que prefieren trabajar en el sector privado. De ahí que “los estudiantes diseñen su doctorado de acuerdo con sus planes profesionales o laborales futuros” (Mangematin, 2000, p. 752).

Según Mangematin existen tres factores que explican las razones por las cuales se decide realizar estudios de doctorado (Mangematin, 2000, p. 743):

- 1) El doctorado es una condición básica para poder convertirse en académico. El doctorado es visto como un grado relacionado con la academia.
- 2) Teniendo en cuenta que el doctorado es el grado más alto en cualquier sistema educativo, el doctorado resulta ser una inversión en capital humano del más alto nivel. Supuestamente existe una relación positiva entre capital humano, tasa de empleo y salario, y, por tanto, invertir en un grado de alto nivel es una buena razón que motiva a los estudiantes a realizar un doctorado. Al respecto cabe preguntarse: ¿Los beneficios de realizar un doctorado se pueden aplicar para diferentes sitios de trabajo o son exclusivos para la academia? Este interrogante surge porque algunos estudios que reseña Mangematin (2001) muestran que los empleadores consideran que a pesar de que los graduados de doctorado tienen un alto entrenamiento técnico, no están preparados para resolver problemas de niveles superiores de formalización, situación que cuestiona el uso social del doctorado en el mercado laboral.
- 3) Cuando las posibilidades de empleo son poco probables para los graduados de doctorado, el periodo como asistente de investigación o docencia durante el doctorado se considera como la primera experiencia

laboral. En este caso, el doctorado tiene una doble condición. Una referida a la formación de alto nivel para la investigación y la otra relacionada con la experiencia laboral. Ambas condiciones resultan esenciales para poder ingresar a un mercado de trabajo que exige el doctorado como requisito de ingreso y la experiencia laboral como parte del nivel de desempeño del graduado.

Mangematin (2000) obtiene los siguientes resultados al indagar sobre los factores que inciden en la obtención de un empleo en el sector privado:

- 1) Aquellos graduados que han obtenido su doctorado recientemente casi siempre tienen contrato de corta duración. Tres factores explican esta situación: i) el crecimiento del gasto en investigación se ha congelado en los principales países de la OECD desde mediados de los años ochenta. Por tanto, el número de plazas para la investigación es y continuará siendo limitado. ii) El número de graduados de doctorado ha estado creciendo en los últimos diez años. iii) El tiempo para conseguir un empleo es más corto. Dicha situación es importante para las posiciones académicas las cuales cada vez más requieren casi siempre de un postdoctorado.
- 2) El grado obtenido antes del doctorado o el lugar donde se obtuvo el grado de maestría no parece ser importante. Sin embargo, los grados previos (grado de la universidad o Grande École) y la propensión a colaborar durante el doctorado están relacionadas. Tal relación sugiere que aquellos que se graduaron de una Grande École tienen una alta probabilidad de encontrarse en esquemas de colaboración durante su doctorado.
- 3) Aquellos quienes esperan trabajar en el sector académico tienen contratos de corta duración casi siempre más que aquellos que planean tener un trabajo en el sector privado.
- 4) La colaboración con un par privado (industria) incrementa la probabilidad de obtener una posición permanente en el sector empresarial. El número de publicaciones parece no tener influencia en la probabilidad de obtener una posición permanente en el sector privado mientras que estar en esquemas de colaboración si tiene influencia. Cuando los estudiantes colaboran con el sector privado durante sus estudios de doctorado, los estudiantes reducen el riesgo de tener una posición temporal.
- 5) Las publicaciones son el criterio más importante de contratación en el sector académico, pero no es una dimensión relevante en el sector privado. La contratación en el sector privado se basa en la experiencia

relevante que tuvo el doctor para un empleo en este sector. Se entiende porque los trabajos que los graduados de doctorado tienen, los contactos que ellos lograron durante su trabajo y su red profesional son los principales recursos de oportunidades laborales. “Cuando se les preguntó cómo encontraron su trabajo, la mitad de ellos dijo: “creación de redes durante el doctorado” (Mangematin, 2000, p. 749).

El estudio de Mangematin (2000) enfatiza entonces dos resultados: “(1) Los estudiantes de doctorado invierten en un programa de doctorado no sólo para entrar a la academia sino para obtener un empleo en el sector privado; (2) los criterios de contratación difieren entre la academia y el sector privado. La calidad científica del doctor es una señal relevante solamente en la academia. Para obtener una posición en el sector privado, la experiencia previa de trabajo con un par en la industria es una variable clave” (Mangematin, 2000, p. 751). La siguiente tabla resume los principales hallazgos:

Sector de empleo	Distinción	Publicación	Colaboración con el sector privado durante la investigación de doctorado
Academia	Importante	Importante	Indiferente
Sector Privado	Indiferente	Indiferente	Importante

Fuente: (Mangematin, 2000, p. 751)

**Tabla 5: Factores que afectan el destino del recurso doctoral**

Los estudiantes que planean obtener un trabajo en la academia publican mucho más que aquellos que planean trabajar en el sector privado. Mientras que aquellos que planean un trabajo en el sector privado colaboran con dicho sector desde el inicio de sus estudios y ponen menos énfasis en las publicaciones.

## El estudio de Enders: el caso alemán

La relevancia de la formación doctoral para el mundo del trabajo diferente al de la academia, se ha convertido recientemente en un tema importante. Se registran, en esta perspectiva, presiones para romper la relación entre la formación doctoral y una carrera académica y lograr más bien que la formación doctoral sea más relevante para una amplia variedad de otros sectores profesionales. Para analizar este fenómeno en el caso de Alemania,

se utilizaron los resultados y análisis derivados de la primera gran encuesta *Doctoral Degree and Career: Training, Professional Life Course and Success of Doctoral Degree holders*.<sup>2</sup>

El estudio, en primer lugar, hace una reflexión sobre las tensiones que se registran alrededor de la formación doctoral y posteriormente muestra los resultados de los análisis hechos a la encuesta antes mencionada, en segundo lugar. Para los intereses de este trabajo, se hará una síntesis de las tensiones identificadas para luego señalar los principales hallazgos de la encuesta.

### ***Tensiones y dilemas de la formación doctoral***

- 1) La formación doctoral está en el corazón de la idea tradicional de la universidad que no solamente combina sino que genera sinergia entre la educación y la ciencia, la enseñanza y la investigación. Esta idea no sólo se entiende como un proceso interactivo de enseñanza, aprendizaje y resultados de investigación sino como una actividad vital que subyace en los fundamentos de la educación posgraduada.
- 2) La formación doctoral está inmersa en un debate sobre la urgencia que tiene la educación de cambiar sus modos de producción de conocimiento. Las discusiones sobre la reorganización de la formación doctoral están ampliamente influidas por debates controversiales en temas críticos como el trabajo académico, por ejemplo, como un proceso abierto o limitado a un espacio y a un tiempo, como contribución al conocimiento básico o aplicado, basado en un conocimiento disciplinario o interdisciplinario, como un trabajo individual o colaborativo, como producción de conocimiento esotérico o relevante.
- 3) Los estudiantes de doctorado son vistos como aprendices, por tanto, contribuyen de una manera considerable al desempeño de las universidades. Recientes estudios en Alemania han mostrado que dos terceras partes de las actividades de investigación en las universidades son realizadas por estudiantes de doctorado. Intentos por cambiar el concepto del trabajo doctoral podría tener enormes consecuencias para las capacidades de las universidades para desarrollar su función de investigación.

---

<sup>2</sup> En los estudios realizados en Alemania sobre los doctores no se había hecho un análisis sobre los impactos que tiene la estructura, procesos y resultados de la formación doctoral en la carrera laboral de los doctores: "la relación entre formación doctoral y el empleo futuro nunca ha sido estudiada de manera seria" (Enders, 2002:498).

- 4) Los mecanismos utilizados en la formación doctoral parecen más bien pre-sistemáticos. Se tiende a esperar que el aprendizaje experimental, el entrenamiento como aprendiz y la repetición al estilo ensayo y error sirvan para la formación doctoral. Por un número de razones, este proceso no es suficiente y presiones emergen por un entrenamiento más estructurado y explícito.
- 5) La evaluación del desempeño del doctorado depende mucho más del producto final de su trabajo, la *opus magna*, que tiene como propósito contribuir al avance del conocimiento en un área de conocimiento determinada. Esta situación concentra y tiende a sobredimensionar el trabajo de los estudiantes en un momento determinado en su carrera. El crecimiento de los intentos para fortalecer los procesos evaluativos de la calidad del trabajo tienen que enfrentarse al hecho de que existe una escases de criterios para evaluar la investigación como un trabajo que se realiza a través de un proceso continuo.
- 6) La formación doctoral tradicionalmente se relacionó con la preparación para una carrera futura en la educación superior. La formación doctoral estaba relacionada más con la función de la auto-reproducción de la profesión académica. Recientemente la formación doctoral para el mundo fuera de la educación superior se ha convertido en un importante tema y obliga a repensar los perfiles de egreso y los mecanismos de formación utilizados hasta ahora en las universidades.

### ***La muestra y los resultados***

Se seleccionaron doctores graduados de seis disciplinas (biología, administración y estudios económicos, ingeniería eléctrica, estudios germanos, matemáticas y ciencias sociales). Para hacer un análisis sobre el tiempo, se seleccionaron tres cohortes de graduados para los siguientes años: 1979/1980, 1984/1985 y 1989/1990. La encuesta fue aplicada en 1999 a 2.244 graduados de doctorado. El cuestionario cubrió cinco temas: la estructura, condiciones y resultados de la formación doctoral; transición de la educación superior al mundo de trabajo; futuro profesional y movilidad; empleo actual y situación laboral; trayectoria social y educativa.

La presentación que se hace de resultados, según Enders (2002), no cubre todos los hallazgos. Se concentra en lo que fue la formación doctoral recibida por los encuestados y su situación profesional 10 años después. Para abordar estos dos aspectos, Enders (2002) organizó los hallazgos en los siguientes temas:

1. Transición al mundo del trabajo.
2. Destino profesional.
3. Adecuado trabajo y satisfacción laboral.

### ***Transición al mundo del trabajo***

- 1) Seis meses después de haber concluido la formación doctoral, ocho de cada diez graduados en biología, ingeniería eléctrica, matemáticas y administración y estudios económicos habían encontrado un empleo estable. Otros seis meses después la mayoría de ellos habían encontrado de manera exitosa empleo. En el caso de los graduados en estudios germanos y ciencias sociales, la duración fue de doce meses: ocho de cada diez había encontrado empleo y después de seis meses más la mayoría tenía un empleo.
- 2) El riesgo de estar desempleado no fue crítico durante el primer año después de haber concluido la formación doctoral. En el caso de los graduados en biología, ingeniería eléctrica, matemáticas y administración y estudios económicos entre un cuatro y nueve por ciento reportaron tiempos cortos de desempleo mientras que aquellos que egresaron de estudios germanos y ciencias sociales el porcentaje fue entre el once y trece por ciento.
- 3) Dos años después de haber concluido el doctorado, la tasa de desempleo es del dos por ciento para los hombres y del cuatro por ciento entre las mujeres y otro seis por ciento para este último grupo no está empleado porque han dejado el mercado del trabajo para cuidar de su cónyuge e hijos.
- 4) Alrededor del 60% de los graduados en biología, estudios germanos, matemáticas y ciencias sociales, un año después de obtener el título, está empleado en el sector público mientras que un 30% de los graduados de ingeniería eléctrica y administración y estudios económicos está en dicho sector.
- 5) En cuanto al sector de la educación superior el 46% graduados de biología, 52% de estudios germanos y el 53% de matemáticas labora en dicho sector mientras que el 32% de los graduados de ciencias sociales, 19% de administración y estudios económicos y 16% de ingeniería eléctrica labora en ese mismo sector.
- 6) El empleo en investigación y desarrollo es más importante para los ingenieros eléctricos (60%), seguido de los biólogos (29%), matemáticos (24%) y científicos sociales (15%).
- 7) En términos generales, las mujeres tienden a estar más empleadas por el sector público y en la educación superior.



## ***Destino profesional***

- 1) Aunque aún hay una considerable proporción de graduados empleados en la educación superior, a lo largo del tiempo, la educación superior no es el sector de empleo más importante y se registran diferencias importantes según disciplinas: cerca del 40% de los matemáticos labora en la educación superior y menos del 20% de los ingenieros eléctricos. Además, el empleo en el sector de investigación y desarrollo registra cerca del 50% de los ingenieros eléctricos y menos del 10% en estudios germánicos.
- 2) En cuanto al ascenso dentro de la estructura laboral, se encuentra que los doctores graduados de administración y estudios económicos e ingeniería eléctrica son más exitosos: a lo largo del tiempo los graduados de estas áreas, dos terceras partes de los encuestados, han alcanzado una posición de alto nivel dentro y fuera de la academia.
- 3) Los análisis sobre los destinos laborales se hacen también sobre los salarios actuales de los graduados. Según Enders (2002), los graduados con mayores ingresos están en el sector privado. Aquellos que han alcanzado posiciones de alto nivel ganan más en ambos sectores, público y privado, pero las diferencias por estatus son más pronunciadas en el sector privado. Las mujeres ganan menos que los hombres en ambos sectores y en cada disciplina.

## ***Adecuado trabajo y satisfacción laboral***

- 1) En términos generales, dos terceras partes de los encuestados afirman que su vida profesional y su actual trabajo están en correspondencia con su educación y son satisfactorias. Otro 20% está en una situación variada con una percepción un tanto negativa como positiva mientras un 10% afirman que sus carreras como posiciones laborales están debajo del nivel de sus expectativas. Además, a los encuestados se les preguntó si volverían a obtener un grado de doctor en la misma área de estudio y el 76% de ellos respondió de manera afirmativa, el 18% lo haría en otra área y un 6% no volvería a realizar un doctorado.
- 2) Los doctores que están empleados en la educación superior tienen una valoración más positiva de su trabajo y carrera seguida de aquellos que actualmente están empleados en investigación y desarrollo. En respuesta a la pregunta sobre la correspondencia entre educación y empleo actual, el 83% de los que están empleados en educación superior y un 62% de los que están empleados en investigación y desarrollo registraron una valoración de 1 o 2 en una escala en la cual 1 era igual a “corresponde

completamente” y 6 a “no hay correspondencia” mientras que solamente un 3% y un 5% de ellos registraron 5 o 6 de acuerdo con la escala.

- 3) En cuanto a la satisfacción laboral es alta también entre aquellos que están empleados en educación superior e investigación, pero difiere de acuerdo con la posición laboral. En una escala donde 1 era igual a “mucho más de lo esperado” y 6 a “mucho menos de lo esperado”, más del 90% de aquellos que están en una alta posición registraron 1 o 2 comparado con un 75% que están en posiciones intermedias o medias.

## El estudio de Roach & Sauermann: el caso estadounidense

En este estudio se analizan los efectos que tiene el “*gusto por la ciencia*” (por ejemplo, el deseo por la independencia, publicar, el reconocimiento por parte de los pares y el interés por la investigación básica) en las preferencias individuales que tienen sobre los graduados de doctorado en ciencias e ingeniería en Estados Unidos a la hora de escoger entre la academia o la industria como destinos laborales (Roach & Sauermann, 2010).

Como lo reseña Mangematin (2000), uno de los problemas que enfrentan los graduados de doctorado es la escasa oferta de empleos estables en la academia (*tenure*) (Mangematin, 2000, p. 745). A pesar de esta situación todavía se encuentran estudiantes de doctorado interesados en ingresar a la academia. En este aspecto, (Roach & Sauermann, 2010) abogan por utilizar las expectativas subjetivas de los agentes sociales, en este caso los estudiantes de doctorado, para explicar por qué unos estudiantes deciden optar por la academia o la industria.

Para este estudio se aplicó una encuesta a más de 400 estudiantes de doctorado en ciencias e ingeniería pertenecientes a tres universidad intensivas en investigación ubicadas en Carolina del Norte. Los autores decidieron seleccionar esta población con miras a tener una comprensión sobre el proceso de selección de una carrera en una etapa anterior a la decisión real de optar por un trabajo, en vez de los motivos inferidos de las selecciones de empleo *ex post*.

Teniendo en cuenta que la encuesta aplicada a los estudiantes, profesores y graduados de doctorado en ingeniería en Colombia hizo uso en gran parte de la encuesta aplicada por (Roach & Sauermann, 2010) (ver capítulo V), en este apartado se hace una presentación en extenso de las premisas de análisis utilizadas por (Roach & Sauermann, 2010) como la encuesta aplicada por ellos.

## ***La academia y la industria: similitudes y diferencias***

La academia encarna los valores del mundo científico: libertad, descubrimiento, tolerancia, estabilidad laboral, recursos para hacer investigación, reputación y reconocimiento. Mientras el salario y otros beneficios pecuniarios han sido siempre importantes para los académicos, ellos son percibidos como menos significativos que aquellos que laboran en la ciencia comercial.

A pesar de ello, (Roach & Sauermann, 2010) señalan que los académicos están asistiendo a una reconfiguración de la academia. En parte esta reconfiguración se explica porque los académicos deben invertir una parte considerable de su tiempo *garantizando los fondos provenientes de agencias y patrocinadores externos a las mismas universidades* para adelantar investigación. Esta lógica conlleva problemas asociados a los valores que han sido considerados como tradicionales en el mundo científico sobre todo el relacionado con la libertad académica que se pone en duda cuando los académicos deben seguir las agendas de investigación definidas ex ante por financiadores externos. Además, los académicos retrasan o en algunos casos no pueden compartir sus resultados de investigación al ingresar al mundo de las patentes y los licenciamientos. Por último, el esquema del profesor de tiempo completo (*tenure*) está perdiendo algo de sus beneficios tradicionales, especialmente en las Facultades de Medicina en las cuales el tiempo completo viene creciendo sin que se refleje una garantía de recursos para el mejoramiento de la condición salarial del profesor y la misma investigación.

En contrapartida, la industria ofrece salarios más altos con respecto a los de la academia, tiene más fondos para la investigación, estableció esquemas de estímulos al buen desempeño y ha venido motivando a que los científicos e ingenieros interactúen con la comunidad científica mediante la publicación y participación en congresos especializados. También la industria otorga libertad para que los científicos identifiquen e investiguen en campos considerados emergentes. Empero, la industria aún continúa con el secreto industrial que limita la circulación de los resultados de investigación.

Según (Roach & Sauermann, 2010) hay diferencias entre las empresas consolidadas y las emergentes. En estas últimas, se registran salarios bajos y menos estabilidad laboral, pero son más motivadoras e interesantes para los investigadores en cuanto *ofrecen más independencia, retos intelectuales y más oportunidades para asumir responsabilidades hasta el punto de que las empresas emergentes tienen raíces académicas (ejemplo, fundadas por profesores) y también podrían tener una mayor “atmósfera” académica,*

*permitiendo a sus empleados interactuar con más libertad con la comunidad científica.*

### ***Las preferencias individuales como factor explicativo de los destinos laborales***

De manera convencional se ha creído que para estimular la inserción de los doctores al sector industrial, éste último debe emular al máximo los valores de la academia, especialmente los relacionados con la libertad y participación en comunidades científicas. Pero estudios adelantados previamente (Roach & Sauermann, 2010) han llegado a la conclusión que tienen más peso explicativo las preferencias individuales (expectativas subjetivas) por las siguientes razones:

- 1) A la hora de decidir sobre un destino laboral, los estudiantes tienden a optar por aquellos empleos en los cuales satisfagan ciertas preferencias como el pago, la libertad intelectual, las oportunidades para publicar o la disponibilidad de presupuesto para la investigación.
- 2) Las preferencias de los estudiantes se configuran a partir de las experiencias que tuvieron en los departamentos en cuales se formaron. *Algunas disciplinas e instituciones tienen una larga historia de los empleos en la industria que podría afectar lo que los estudiantes perciben como “aceptable” o “deseable” de un empleo.*
- 3) Las preferencias están influenciadas por el conocimiento que tengan los estudiantes sobre ciertas posiciones laborales. En algunos casos los estudiantes saben que ciertas posiciones como la de ser profesor están saturadas y la información recomienda mejor optar por otro tipo de posición.

### ***Metodología de estudio***

(Roach & Sauermann, 2010) diseñaron una encuesta de preguntas abiertas y cerradas. Las principales variables dependientes fueron la medición sobre la atracción que tenían los estudiantes sobre tres diferentes opciones profesionales: un empleo de investigación y desarrollo en una empresa consolidada, en una empresa emergente y la academia. Se preguntó a los estudiantes: “¿Qué tan atractiva encuentra cada una de las siguientes opciones de empleo luego de la graduación, asumiendo que tuviera la opción?” Los estudiantes dieron su calificación a cada opción basándose en una escala de 5 puntos (1= nada atractiva, 5= muy atractiva). En cuanto a las preferencias de los destinos laborales se hicieron preguntas como: “Cuando piensa en el empleo luego de la graduación, ¿Qué tan importantes son los siguientes perfiles laborales?” Los encuestados calificaron la importancia de 10 atributos

laborales basándose en una escala de 5 puntos (1= sin importancia, 5= muy importante). Los 10 atributos fueron: salario y beneficios, disponibilidad de fondos y recursos, disponibilidad de tecnología y equipos de punta, estabilidad laboral, responsabilidad sobre el trabajo, reto intelectual, posibilidad de ganar reconocimiento por parte de pares, posibilidad de presentar y publicar resultados de investigación y libertad de escoger los proyectos.

La encuesta también indagó sobre:

- 1) Percepción que tenían los estudiantes sobre los perfiles de trabajo disponibles en los diferentes tipos de carreras, sobre su desempeño en investigación (número de patentes y publicaciones) y qué tan interesados están en trabajar en diferentes tipos de I+D (ejemplo, básica, aplicada, desarrollo).
- 2) Información sobre los departamentos de estudio para conocer qué tan frecuente es para los graduados trabajar en cada una de las diferentes opciones de carrera.
- 3) Percepciones acerca de las condiciones del mercado laboral al pedirles que calificaran la disponibilidad de trabajos en la academia, empresas emergentes y empresas consolidadas en sus campos de estudio respectivo.

### ***Resultados obtenidos***

- 1) Mientras que los estudiantes perciben que la academia tiene una ventaja en los atributos como la libertad de seleccionar proyectos y la disponibilidad para colaborar a través de redes académicas, la industria se percibe como un lugar en el cual se ofrecen altos salarios y más recursos.
- 2) Aquellos estudiantes con un fuerte gusto por la ciencia, en particular, con una fuerte preferencia por la libertad para escoger los proyectos de investigación, la posibilidad para publicar y el deseo por adelantar investigación básica, tienen alta inclinación a preferir las carreras en la academia sobre las de la industria.
- 3) Los estudiantes preocupados por el salario, el acceso a los recursos y el deseo por llevar a cabo investigación y desarrollo aplicados son muy propensos a preferir carreras en empresas constituidas sobre las de la academia.
- 4) Los estudiantes que valoran la responsabilidad muy probablemente prefieran un empleo en empresas emergentes antes que la academia mientras que aquellos preocupados por la estabilidad laboral están significativamente menos inclinados a optar por una carrera en una empresa emergente.

- 5) Mientras las patentes no explican las preferencias sobre una carrera, las publicaciones son un predictor sobre la preferencia por la academia.

A pesar de los hallazgos reportados por (Roach & Sauermann, 2010) quedan interrogantes que ellos mismos plantean acerca de la manera en que se configura el gusto por la ciencia tales como: *¿Hasta qué punto estas preferencias son heredadas? ¿Hasta qué punto se configuran por las experiencias educativas tempranas y por variables socio-económicas? ¿Hasta qué punto los estudiantes de doctorado son socializados durante su formación en posgrado o ganan un “gusto por la ciencia” basado en el éxito de sus primeras investigaciones?*





## **CAPÍTULO III**

**Dos casos internacionales  
de referencia en la inserción  
de doctores en la empresa:  
el caso de España y Francia**





**E**n este capítulo se exponen dos programas de inserción de graduados de doctorado al sector empresarial, adoptados en el marco de las políticas públicas sobre innovación y competitividad en España y Francia. El propósito es explicar los supuestos y los instrumentos adoptados para estimular la inserción de los doctores, así como los efectos que han tenido no sólo en los niveles de innovación y competitividad sino en el mercado de doctores. Se utiliza para este fin documentos que contienen información sobre las políticas públicas y algunas evaluaciones hechas a los programas con miras a soportar los argumentos que aquí se exponen sobre el desempeño y los resultados alcanzados en los programas.

Esta revisión se considera fundamental sobre todo para las consideraciones que se plantearán para aportar a la construcción de una política pública que estimule la inserción de doctores al sector empresarial en Colombia (ver capítulo VI). Como se mostrará se identificaron dos mecanismos de inserción: el primero enfocado a graduados de doctorado (el caso español) y el segundo a estimular la inserción durante el periodo de estudios de estudiantes de doctorado (el caso francés). En ambos casos el mecanismo de inserción es el subsidio de salario por parte del Estado con miras a resolver problemas en el sector empresarial y el principal antecedente para adoptar estos mecanismos es el aumento de graduados de doctores que se registraron en estos países. Aunque el mecanismo de inserción sea el subsidio, lo cierto es que en el caso francés el estudiante tiene una experiencia real en el sector empresarial al tener que permanecer en él por lo menos tres años de su proceso de formación.

## Políticas de inserción laboral de doctores en las empresas en España

La inserción de investigadores en las empresas se ha constituido en uno de los principales indicadores de las capacidades de innovación de un país y de la madurez de su sistema de ciencia, tecnología e innovación (SNCTI). La transferencia de investigadores al sector empresarial es un signo de la transformación productiva de un país y del aumento de su competitividad. En esta perspectiva, España ha venido implementando durante los últimos veinte años una serie de políticas encaminadas a facilitar la inserción de recursos humanos de investigación a las empresas.

A finales de los noventa había un consenso general sobre que una de las debilidades del SNCTI español era el bajo nivel de inversión en investigación

y desarrollo (I+D). Mientras los gobiernos europeos estaban preocupados por la brecha entre la UE-Unión Europea y los Estados Unidos, la brecha entre el promedio de la UE y España era también significativa (Sanz-Menéndez, 2003, p. 5) A pesar del incremento de la inversión española en I+D durante la década de los noventas, a 2001 la inversión española apenas alcanzaba el 48,5% de la media de la UE.

Paralelamente a esta preocupación fue emergiendo el problema de los recursos humanos para la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI). Algunos problemas fueron identificados: “En primer lugar, la insuficiencia de recursos humanos en I+D (80% del promedio de la tasa de la UE de investigadores por población de trabajadores), especialmente investigadores en empresas (los investigadores en el sector empresarial representan el 23.5% de todos los investigadores en España vs, 49,8% del promedio de la UE). Segundo, en un contexto de crecimiento en el número de personas que obtienen el título de Ph.D, ha emergido un desajuste entre la oferta de Ph.Ds y su demanda, especialmente en relación a las disciplinas y las especializaciones en CTI. Tercero, surge una percepción de la precariedad del sector investigativo a causa de que el aumento estadístico en el número de investigadores ha estado basado en puestos temporales con bajos salarios (el “*fellowship*” se ha convertido en una relación regular de trabajo, incluso para Ph.Ds. experimentados). La situación del mercado de trabajo presentó serios problemas en relación a las “oportunidades profesionales académicas” y a las perspectivas de empleo incluso para Ph.Ds. con un registro científico de alta calidad” (Sanz-Menéndez, 2003, p. 5).

A pesar de la precariedad de este escenario según (Cruz-Castro, 2010), la demanda de recursos humanos para la ciencia y la tecnología –RHCT- ha crecido más que la demanda de empleo en general en los últimos 15 años; en ocupaciones de I+D, ha crecido más la demanda de investigadores que la de personal técnico y de apoyo. No obstante, si bien ha habido una importante entrada de mujeres en las ocupaciones de RHCT, aún están sub-representadas entre los investigadores. Del mismo modo, a pesar de que ha crecido la demanda de investigadores en el sector privado en la última década, persisten fuertes diferencias por países y economías, debido a la fuerte relación de esta demanda con la estructura de los SNCTI. El empleo en el sector privado es menor en niveles avanzados de cualificación (doctorados) que entre licenciados y *masters* (Cruz-Castro, 2010).

Durante los últimos 15 años en España se han venido desarrollando un conjunto de políticas y programas de inserción laboral de investigadores y doctores

en empresas, ante todo como una estrategia para superar las brechas de su SNCTI en relación con las capacidades promedio de la OECD y de la UE. Estos programas han promovido la articulación de jóvenes investigadores con el sector productivo desde el nivel de formación doctoral, la investigación en temas relevantes para el sector empresarial, la movilidad de los investigadores, el empleo de doctores e investigadores en empresas (Programa Torres Quevedo) y el empleo de doctores de amplia trayectoria en Instituciones de Investigación Pública (El Programa Ramón y Cajal).

A continuación se presentan los principales programas desarrollados en relación con RHCT, su relación con la política general de innovación y algunos impactos y resultados que pueden ser de utilidad para el caso colombiano.

## Programas desarrollados

España ha diseñado una estrategia diversificada de inserción laboral de investigadores y doctores mediante la promoción de programas dirigidos a segmentos específicos de la población de RHCT. Se han desarrollado programas sectoriales dirigidos a la inserción en empresas y centros de investigación, así como estrategias para jóvenes investigadores, doctores *senior* y para el retorno al país de investigadores españoles destacados en el exterior. “La política de potenciación de los recursos humanos se estructura en torno a tres grandes ejes: programas pre-doctorales, programas posdoctorales, de perfeccionamiento o reincorporación y programas de movilidad. Estos programas funcionan en dos niveles distintos o modalidades de ayudas: a través de becas o mediante contratos” (Bonnet, Peña, González, & González, 2005, p.3).

Las becas posdoctorales que convocan los ministerios de Ciencia y Tecnología, y de Educación son muy variados según su filosofía y las características de los doctores a los que están dirigidos. El programa Juan de la Cierva, por ejemplo, está destinado a investigadores con experiencia menor a tres años desde la culminación de su doctorado; el programa Ramón y Cajal pretende favorecer la trayectoria de investigadores de excelencia; el programa Torres Quevedo tiene como finalidad la inserción de doctores dentro de la empresa. Además la AGE cuenta con un programa para investigadores doctores *Senior* denominado Severo Ochoa, becas en colaboración con fundaciones privadas como la MEC/Fullbright y las becas para ciencias sociales Ortega y Gasset (Bonnet et al., 2005, p.4). En el siguiente cuadro se hace una descripción general de los programas:

### **La Acción IDE (Incorporación de Doctores a Empresas)**

Vigencia: 1997-2001

Alineación con la política de innovación empresarial, especialmente en Pymes

Subvenciones de dos años para contratar doctores jóvenes para el desarrollo de actividades innovadoras

Beneficiarios: Empresas dispuestas a contratar a Doctores que hubieran obtenido su título de doctorado en los últimos 6 años para puestos de trabajo relacionados con la innovación. Se establecía un mínimo salarial.

Estuvo vigente entre los años 1997 y 2001. La acción IDE fue sustituida por el Programa Torres Quevedo.

### **Programa Torres Quevedo**

Vigencia: 2003-2007

Amplió a la posibilidad de contratar tecnólogos.

Estableció cuantías variables según tipo de empresa y cercanía a la comercialización del proyecto a desarrollar.

Limitó las actividades a la I+D (investigación y desarrollo en las empresas) y no genéricamente a otros tipos de innovación vinculados con la gestión del conocimiento.

Se financia un porcentaje del costo de la contratación sin mínimos, ni máximos salariales.

Se permite la participación de centros tecnológicos y organizaciones semi-públicas que prestan servicios a las empresas.

### **Programa Ramón y Cajal**

Vigencia: 2001-vigente

Este programa tiene como objetivo fortalecer la capacidad investigadora de los grupos e instituciones de I+D, tanto del sector público como del privado, mediante la contratación de investigadores que hayan obtenido el grado de doctor, y que hayan presentado una línea de investigación a desarrollar, a través de ayudas cofinanciadas gradual y progresivamente por las instituciones receptoras, que identifican y definen sus estrategias de investigación y las áreas en las que quieren especializarse.

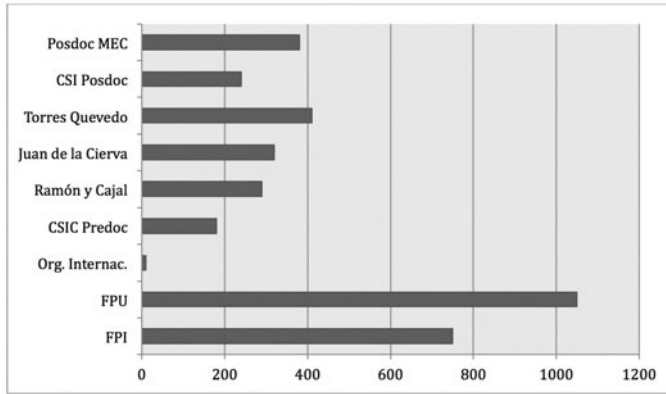
La resolución del subprograma se fundamenta en un riguroso proceso de concurrencia competitiva de los candidatos, que garantice la objetividad, calidad científica y mérito de los investigadores seleccionados.

Las ayudas que se conceden son para cofinanciar la contratación laboral, por un plazo de cinco años, de doctores en todas las áreas de conocimiento, por parte de los Centros de I+D españoles.

<b>Programa Juan de la Cierva</b>
<p>Vigencia: 2001-vigente</p> <p>Complemento al programa Ramón y Cajal, dirigido a la contratación de jóvenes doctores para que puedan fortalecer los equipos de investigación de las instituciones y las carreras investigadoras de los candidatos.</p> <p>La contratación debe darse una vez alcanzado el grado de doctor y por una duración no mayor de tres años.</p> <p>La mayor parte de los beneficiarios de este programa se concentran en las ingenierías y las áreas tecnológicas, siendo más minoritario los beneficiarios adscritos a las áreas de ciencias sociales y humanidades.</p>
<b>El Programa I3: incentivación, incorporación e intensificación de la investigación</b>
<p>2007-Vigente</p> <p>El objetivo es incentivar la calidad de la inserción en el sector público.</p> <p>Dos líneas: línea de incorporación estable y línea de intensificación. Es decir, contratación de nuevos profesionales mediante contratos laborales estables; y por otra, intensificación del desarrollo de actividades de I+D a través del contacto y trabajo conjunto con investigadores de universidades y centros de investigación.</p> <p>Instrumento: Subsidio de entre 130.000 a 150.000 euros a la organización empleadora por cada plaza (funcionaria o laboral) que hayan creado en el periodo anterior y cuyo ocupante supere una evaluación de calidad independiente.</p> <p>Cuenta con un presupuesto de 130 millones para los tres primeros años.</p> <p>Aún no ha sido evaluado pero presenta la novedad de “premiar” por primera vez a las organizaciones que insertan personal de calidad.</p>
<b>Becas posdoctorales del CSIC</b>
<p>Vigencia: s.d.-vigente</p> <p>El CSIC también desarrolla una línea de becas posdoctorales, una dentro del programa I3P (Itinerario Integrado de Inserción Profesional) y otra de personal posdoctoral en el extranjero.</p>
<b>Becas posdoctorales del MEC</b>
<p>Becas y ayudas para la formación y perfeccionamiento de doctores.</p> <p>Perfeccionamiento de personal a nivel de doctorado en las organizaciones.</p> <p>Ayudas de movilidad de profesores e investigadores, con las modalidades de profesores españoles en el extranjero, sabáticos extranjeros en España, jóvenes doctores y tecnólogos.</p>

**Tabla 6: Programas de inserción y promoción laboral para investigadores y doctores**

Según Bonnet et al. (2005), los programas posdoctorales de mayor cobertura han sido Torres Quevedo y Juan de la Sierva.



Fuente: Bonnet et al. (2005)<sup>3</sup>

**Gráfica 13: Peso de los distintos programas en relación al número de beneficiarios, 2004**

## Antecedentes que dieron origen a los programas

Diferentes analistas han señalado que la expansión de la matrícula a nivel de doctorado y la apertura de programas en casi todas las universidades y áreas del conocimiento, independientemente de sus capacidades y grado de desarrollo, ha contribuido a generar un desajuste entre oferta y demanda de investigadores. La oferta en principio estaba volcada a las universidades, las cuales ya experimentan un alto grado de saturación. “La bolsa de doctores sin posibilidades de integrarse en el sistema universitario como docentes o investigadores es cada vez mayor. Las diferencias regionales son además enormes. Las universidades españolas producen doctores fundamentalmente para sus propias necesidades de profesorado, y por lo tanto la movilidad de doctores es mínima” (De Miguel & et al, 2004, p.116).

No obstante desde la década de los sesenta se han venido desarrollando diferentes estrategias para equilibrar oferta y demanda, y para promover diferentes formas de incorporación de investigadores con la universidad, el sector productivo y el Estado. Desde mediados de la década de los ochentas surgen las Becas FPI para la formación de investigadores y los primeros proyectos de

<sup>3</sup> Los programas FPI y FPU son instrumentos de fomento predoctorales.

movilidad entre sector público y privado. En los noventa, se desarrollan los programas de reincorporación de investigadores de excelencia que trabajan en el extranjero y se generan los primeros esquemas de empleabilidad en firmas (IDE y Torres Quevedo). A principios de este Siglo se generan programas sobre incorporación de doctores en el sector público (Ramón y Cajal) y esquemas de retorno de investigadores españoles *Senior* que desarrollan labores de alto nivel en el extranjero (Sanz-Menéndez, Jerez, Marqués, Martínez, & Romero-Medina, 2000).

(COTEC, 2006) construye el siguiente escenario sobre la población de doctores a partir de los datos del Censo de 2001, en España había 178.535 doctores sobre un total de población de 40 millones y medio de personas. Los doctores representaban el 0,52% de la población de más de 16 años y un 0,62% de la población de más de 25 años. De los 16,33 millones de personas ocupadas en España, eran doctores 145.308, es decir, un 0,9%, su empleo se concentraba principalmente en dos sectores, el de la educación universitaria y el de la sanidad, en los cuales estaban empleados seis de cada diez doctores. En el sector de servicios a las empresas y en la Administración Pública estaban empleados 30.348 doctores, el 17% del total, sólo el 5% estaba empleado en las industrias manufactureras. El empleo de los doctores estaba fuertemente asociado a la gestión y la dirección, y se concentraba en dos o tres grandes categorías ocupacionales: las de profesionales, gerentes y directivos. El 6,7% de los doctores residentes en España eran extranjeros y provenían fundamentalmente de la Unión Europea y de Iberoamérica. En las generaciones más jóvenes, la proporción de mujeres que anualmente obtiene el título de doctor estaba aumentando frente a la de hombres.

A finales de la década, el empleo en I+D ha crecido un 132% en quince años y el empleo de investigadores ha crecido un 168%. Hay 5,6 investigadores por cada 1.000 ocupados, la mitad de ellos trabajan en las universidades, un tercio en el sector privado y el resto en el público. Para (Cruz-Castro, 2010) hay una evolución favorable de la oferta, se gradúan 8.000 doctores al año, en la última década se han graduado cerca de 65.000 doctores, la mitad en ciencias experimentales y medicina. La política en CTI ha favorecido un fuerte incremento de los doctorados en ingeniería y tecnología que se han duplicado en la última década. Los doctores en CyT representan el 60% del total de doctores, su empleo y demanda se concentra en dos sectores: sanidad (34,3%) y el sector educativo (31%). El 71% de los doctores que trabajan en la industria, y el 69% de los que trabajan en la construcción son doctores en CyT, es un empleo fuertemente asociado a categorías profesionales la gestión y la dirección (Cruz-Castro, 2010).



Es importante destacar que en la última década las políticas han evolucionado de políticas de oferta a políticas de demanda, generando retos como el aumento del empleo de I+D en el sector privado y la creación de oportunidades laborales en investigación estables y basadas en la excelencia y la calidad en el sector público (Cruz-Castro, 2010). Como se ha señalado con anterioridad, la política de ciencia y tecnología española tiene un énfasis marcado en la innovación y en el papel del conocimiento en el fortalecimiento de la estructura productiva y en el aumento de la competitividad de las empresas. Este marco es el que estructura las políticas y estrategias en relación con RHCT. En el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008–2011 (PNICDI), a través del Programa Nacional de Contratación e Incorporación de Recursos Humanos, se quiere favorecer la carrera profesional de los investigadores y tecnólogos, así como incentivar la contratación de doctores y tecnólogos en empresas y organismos de investigación, y promover las mejores prácticas de contratación estable. Se plantean periodos de financiación de máximo 5 años. “La ayuda financia la contratación, especialmente permanente, de investigadores acreditados (Programas Juan de la Cierva y Ramón y Cajal) o de reconocido prestigio internacional (Programa Severo Ochoa), así como a incentivar el incremento de la dedicación a la actividad de investigación. Subvención a fondo perdido” (CICT, 2007, p. 89).

Con relación a las metas de los diferentes programas, la información disponible se limita a la descripción de los objetivos estratégicos de los instrumentos, pero no se concretan recursos, indicadores, líneas de base y metas cuantificadas.<sup>4</sup> En general la mayor preocupación de estos programas es la de generar espacios de contacto entre investigadores e instituciones y sectores con una demanda explícita o potencial de sus servicios, así como la generación de capacidades de vinculación laboral y de sostenibilidad de los servicios más allá del periodo de financiación y subsidio.

Del Programa Ramón y Cajal se encuentra abundante información y diferentes análisis sobre su diseño e implementación. El programa Ramón y Cajal (RyC) tenía como meta proveer 2.000 (durante el periodo 2001-2007) posiciones temporales de investigación (con contratos a 5 años) en Centros de Investigación Estatales y universidades, además regular los procesos de incorporación laboral esperando aumentar las capacidades de CTI en los centros y las universidades influyendo en sus procesos de selección. Otra dimensión del Programa RyC es ofrecer trabajos estables a investigadores

---

<sup>4</sup> En necesario buscar documentos adicionales, en particular sería recomendable la revisión de los términos de referencia de las convocatorias.

de excelencia en España y en el exterior, incrementando su empleabilidad y mejorando sus oportunidades y perspectivas académicas y laborales.

En relación a los costos directos del Programa para el Gobierno español durante el periodo de ejecución (2001-2007). Al Programa RyC se le asignaron 315 millones de euros en subsidios para centros de investigación y universidades, distribuyendo 35 millones para la primera convocatoria y 115 millones para los próximos 5 años. Se dispuso de un salario mínimo anual para los investigadores contratados a 2001 de 28.550 €. El subsidio para el primer año por investigador contratado para los centros de investigación fue de 43.750€.

Es importante señalar que los diferentes programas también coinciden en que están encaminados a incentivar la definición de prioridades estratégicas en los centros de I+D del sistema, soportar la demanda de investigadores en relación a las áreas prioritarias del PNICDI, establecer co-responsabilidad entre los gobiernos regionales, el gobierno central y las instituciones anfitrionas y por último soportar la movilidad de los investigadores internacionalmente y dentro de las instituciones del sistema.

## Población objetivo

Como se señaló previamente los diferentes programas desarrollados por el Gobierno español definen diferentes poblaciones objetivo según el sector y el tipo de relaciones que desean fortalecer.

Uno de los primeros programas de articulación con las empresas, *La Acción IDE*, no estaba dirigido hacia ningún sector o rama de actividad económica en particular, pues se trataba de fortalecer las capacidades de innovar y la actividad innovadora en la economía española en general. “A pesar de este carácter general, el interés por el programa se dio sobre todo en unos pocos sectores y ramas de producción, probablemente pioneros en la contratación de doctores. Es interesante señalar que una de cada tres ayudas solicitadas procedía de empresas del sector químico y que, dentro de él, dos de cada tres se otorgaron a empresas del sector farmacéutico” (COTEC, 2006, p. 23).

Según COTEC, “el 15,1 % de las solicitudes para contratar a doctores a través de la Acción IDE correspondía a empresas dedicadas a la provisión de servicios a otras empresas, el 12,6% a las empresas de servicios de I+D y el 7,6% fueron solicitudes de los sectores de alimentación, bebidas y tabaco. Las

ayudas IDE se distribuyeron entre las distintas comunidades autónomas más o menos en correspondencia con lo que las distintas regiones españolas gastan en innovación y con los recursos humanos que tienen en I+D. Una gran parte de las ayudas (el 45%) se concentraron en Madrid y Cataluña, donde se encuentra más del 50% de los efectivos nacionales de cualquiera de los indicadores típicos de gasto en innovación y recursos humanos dedicados a la I+D empresarial” (COTEC, 2006, p. 24). En conjunto, el alcance del programa fue importante, ya que globalmente las empresas que recibieron ayudas IDE empleaban a más de 145.000 trabajadores en España, con casi mil doctores empleados y una nómina agregada en tareas de I+D, no necesariamente vinculadas de forma directa con las compañías, que alcanzaba la cifra de 4.440 personas. A continuación se presentan las principales características de las compañías beneficiarias del Programa Acción IDE:

1.	450 empresas presentaron 761 solicitudes.
2.	602 ayudas concedidas a 371 empresas distintas.
3.	Empresas relativamente jóvenes.
4.	Extensa participación de pymes.
5.	Las empresas grandes, de más de 250 empleados, obtuvieron dos de cada diez ayudas.
6.	Fuerte presencia del sector químico (una de cada tres solicitudes).
7.	Fuerte presencia del sector farmacéutico (dos de cada tres ayudas concedidas en el sector químico).
8.	La rama de empresas de servicios a las empresas presentó una de cada seis solicitudes.
9.	La rama de empresas de servicios de I+D presentó más del 12% de las solicitudes.
10.	Las empresas participantes se repartían por toda España con notable concentración en Madrid y Cataluña.

Fuente: COTEC (2006)

**Tabla 7: Características de las Empresas en el Programa Acción IDE**

En relación con la población de investigadores, la Acción IDE en términos de género fue bastante equilibrada atrayendo prácticamente por igual a doctores hombres y mujeres. El programa requería que los doctores hubiesen obtenido su título dentro de los seis años anteriores y fijaba unos niveles retributivos mínimos que orientaban los contratos hacia doctores jóvenes o que se habían doctorado hacía poco; no se trataba, por tanto,

de un programa para la movilidad de doctores experimentados del sector público al privado o entre empresas del sector privado como el programa Ramón y Cajal. “El programa cumplió muy bien sus objetivos en lo que se refiere a atraer doctores jóvenes. De los 602 doctores contratados, hubo un numeroso grupo de menos de treinta años (casi el 28%). En conjunto, la gran mayoría de los contratados (nueve de cada diez) tenían menos de treinta y cinco años y habían obtenido el título de doctor hacía relativamente poco tiempo” (COTEC, 2006, p. 26).

A pesar de su juventud, los doctores contaban con alguna experiencia en investigación. La mayoría en trabajo de investigación posterior a la tesis, bien en las universidades o bien en otras empresas. Muchos doctores provenían del área de las ciencias naturales. “En concreto, el 60,2% de los doctores pertenecía a tres ramas: biología, química y farmacia. Los doctorados tenían una alta demanda en la industria farmacéutica y en el sector de la salud, en general. Con porcentajes menores, pero también relevantes, estaban los ingenieros, el 13% del total, y los doctores en física, el 10% del total” (COTEC, 2006, p. 27). A continuación se pueden observar las principales características de los doctores beneficiarios del programa.

Fueron contratados 602 doctores.
1. Jóvenes y de reciente graduación.
2. Con experiencia de trabajo después de la tesis.
3. Tres de cada diez habían trabajado ya en alguna empresa.
4. Hombres y mujeres en proporciones similares.
5. Provenientes de diversas universidades.
6. Fuerte presencia de doctores en ciencias naturales.
7. Seis de cada diez eran doctores en biología, química y farmacia.
8. El 13% eran doctores en ingeniería y el 10% en física.
9. La mitad de ellos con interés por el sector privado ya desde el doctorado.

Fuente (COTEC, 2006)

**Tabla 8: Características de los doctores en el Programa Acción IDE**

El Programa Torres Quevedo, instrumento de fomento que reemplaza a La Acción IDE, tampoco definió áreas exclusivas y está dirigido a las empresas, los centros tecnológicos y las asociaciones empresariales que cumplan los siguientes requisitos: “1. Tener un centro de trabajo operativo en el territorio

nacional al que se incorporarán los investigadores contratados con cargo a las ayudas. 2. Desear realizar un proyecto concreto de investigación industrial, de desarrollo tecnológico o un estudio previo de viabilidad técnica” (COTEC, 2006, p. 63).

En relación a la población objetivo, el programa está dirigido a jóvenes doctores y tecnólogos que realicen proyectos de I+D en empresas. Los proyectos deben tener las siguientes características:

- 1) Proyectos de investigación industrial. Son proyectos orientados a la investigación planificada, cuyo objeto es la adquisición de nuevos conocimientos que puedan resultar de utilidad para la creación de nuevos productos, procesos o servicios, o contribuir a mejorar considerablemente los ya existentes.
- 2) Estudios de viabilidad técnica previos a actividades de investigación industrial. Son los estudios críticos o los estudios de viabilidad destinados a la adquisición de conocimientos que puedan resultar de utilidad para la creación o mejora de productos, procesos servicios.
- 3) Proyectos de desarrollo tecnológico también llamados proyectos de desarrollo precompetitivo. Son los proyectos dirigidos a la materialización de los resultados de la investigación industrial en un plano, esquema o diseño para productos, procesos o servicios nuevos, modificados o mejorados, destinados a su venta o su utilización, incluida la creación de un primer prototipo no comercializable. Pueden abarcar también proyectos piloto, siempre que dichos proyectos no puedan convertirse o utilizarse para aplicaciones industriales o su explotación comercial (COTEC, 2006, p. 66).

Los doctores y tecnólogos contratados mediante las ayudas del Programa deberán reunir los siguientes requisitos: 1. Poseer la titulación exigida en la fecha de presentación de la solicitud. 2. No haber estado contratado por la entidad que solicita la ayuda ni con ninguna otra relacionada accionarial o socialmente con ella. En el caso de empresas spin-off, no será necesario cumplir este requisito si la relación laboral anterior se ha mantenido con una institución de I+D pública o privada sin ánimo de lucro participante en el accionariado o capital de la nueva empresa.

Respecto a los subsidios se diferencia su distribución de acuerdo con el tamaño de las empresas y a la naturaleza de las actividades que desarrollan los doctores en términos de Investigación y Desarrollo. A continuación se presentan las diversas formas de distribución de aportes.

Proyecto o actuación	Grandes empresas, centros tecnológicos y asociaciones empresariales	PYME
Proyectos de investigación	50% del costo de contratación	60% del costo de contratación
Estudios de viabilidad técnica previos a proyectos de investigación industrial	75% del costo de contratación	75% del costo de contratación
Proyectos de desarrollo tecnológico	25% del costo de contratación	35% del costo de contratación
Estudios de viabilidad técnica previos a proyectos de desarrollo tecnológico	50% del costo de contratación	50% del costo de contratación

Fuente: COTEC (2006)

**Tabla 9: Intensidad bruta máxima de ayuda en forma de subvención para contratar doctores y tecnólogos**

El Programa Ramón y Cajal, complementa los programas descritos con anterioridad, los cuales están enfocados principalmente en proyectos de innovación. Entendiendo por innovación a la luz de la política de CTI, la generación, transferencia y uso del conocimiento con incidencia directa en la transformación productiva y la competitividad (Sanz-Menéndez, 2003). En este sentido, el Programa RyC más que estar enfocado en la innovación, está centrado en el fortalecimiento de la inserción laboral de los RHCT. El Programa está abierto a Centros de Investigación estatales y universidades, fomentando la responsabilidad compartida entre las instituciones de I+D y las administraciones públicas, con financiación del coste de contraprestación del investigador por las partes implicadas; la búsqueda de mecanismos de inserción de los investigadores de alto nivel en el SNCTI; y la selección competitiva y centralizada de los candidatos para garantizar los mayores niveles de excelencia (Sanz-Menéndez et al., 2000, p. 153).

En el marco del Programa RyC son elegibles para contratación los investigadores que estén en posesión del grado de doctor en la fecha de entrada en vigencia de la convocatoria y que hayan realizado estancias en universidades o centros de investigación distintos de aquél en el cual solicitan su aceptación durante al menos 18 meses después de la licenciatura (Cruz-Castro & Sanz-Menéndez, 2004, p.154). Dentro de este esquema general se definen algunos criterios de selección relacionados con los méritos de los investigadores según el informe dado por la ANEP (Asociación Nacional de Evaluación y Prospectiva), las prioridades del PNICDI y la distribución por áreas de las solicitudes de los

Centros de investigación y desarrollo. Los campos de investigación más destacados han sido Biología Molecular Celular y Genética, Física y Ciencias del Espacio, Ecología, Química y Medicina.

		2001 Convocatoria		2002 Convocatoria		TOTAL	
1	Física y ciencias del espacio	76	9,8%	40	8,0%	116	9,1%
2	Ciencias de la tierra	42	5,4%	18	3,6%	60	4,7%
3	Ciencia y tecnología de los materiales	39	5,0%	30	6,0%	69	5,4%
4	Química	74	9,6%	39	7,8%	113	8,9%
5	Tecnología Química	19	2,5%	22	4,4%	41	3,2%
6	Biología Animal y Vegetal. Ecología	56	7,2%	34	6,8%	90	7,1%
7	Agricultura	42	5,4%	31	6,2%	73	5,7%
8	Ganadería y Pesca	28	3,6%	18	3,6%	46	3,6%
9	Ciencia y tecnología de alimentos	31	4,0%	14	2,8%	45	3,5%
10	Biología molecular y celular. Genética	139	18,0%	59	11,8%	198	15,6%
11	Fisiología y farmacología	40	5,2%	25	5,0%	65	5,1%
12	Medicina	50	6,5%	32	6,4%	82	6,4%
13	Ingeniería mecánica, naval y aeronáutica	8	1,0%	9	1,8%	17	1,3%
14	Ingeniería eléctrica y electrónica	12	1,6%	11	2,2%	23	1,8%
15	Ingeniería civil y arquitectura	5	0,6%	12	2,4%	17	1,3%
16	Matemáticas	18	2,3%	14	2,8%	32	2,5%
17	Ingeniería de sistemas	11	1,4%	25	5,0%	36	2,8%
18	TIC	15	1,9%	20	4,0%	35	2,8%
19	Economía	17	2,2%	10	2,0%	27	2,1%
20	Derecho	3	0,4%	3	0,6%	6	0,5%
21	Ciencias sociales	5	0,6%	7	1,4%	12	0,9%
22	Psicología y ciencias de la educación	7	0,9%	4	0,8%	11	0,9%
23	Filología y Filosofía	18	2,3%	10	2,0%	28	2,2%
24	Historia y Arte	19	2,5%	11	2,2%	30	2,4%
		774		498		1272	

Fuente: Sanz-Menéndez (2003)

**Tabla 10: Distribución por campos de investigador beneficiarios Ramón y Cajal**

En relación con las instituciones a las que está dirigido el Programa RyC, se ha señalado con anterioridad que se enfoca en universidades y Centros de Investigación Estatales. A continuación se puede observar la distribución de beneficiarios y la naturaleza de las instituciones.

	Convocatoria 2001		Convocatoria 2002		TOTAL	
Universidades	445	57,5%	312	62,7%	757	59,5%
Centros de investigación	267	34,5%	144	28%	411	32,3%
Otras instituciones	62	8%	42	8,4%	104	8,2%
	774		498		1272	

Fuente: (Sanz-Menéndez, 2003)

**Tabla 11: Investigadores contratados por tipo de institución RyC**

## Características y afiliación de la entidad encargada de gestionar el programa de inserción

Los diferentes programas que se han presentado hasta el momento están concentrados en la demanda de los investigadores por parte del sector productivo y académico. Si bien todos son gestionados por entidades del Gobierno como el Ministerio de Educación y el Ministerio de Ciencia y Tecnología cada vez más se busca que los sectores de colocación de los investigadores sean los que tomen la iniciativa.

Para el caso del Programa RyC, los centros de investigación y las universidades definen un número máximo de investigadores con doctorado para ser reclutados con base en sus capacidades financieras y los distribuyen por áreas de ciencia y tecnología. En relación a la oferta de recursos humanos, los doctores aplican al Ministerio de Ciencia y Tecnología -MCYT-, indicando los centros y universidades de preferencia, que definitivamente deben aceptar en caso de ser elegidos. La evaluación y la selección de los candidatos están a cargo de Comités de Evaluación por áreas de ciencia y tecnología que establecen un ranking de los mejores candidatos. Esta selección se hace a través de la revisión de las trayectorias académicas de los candidatos, la correspondencia de sus áreas de trabajo con las prioridades de políticas y por la correspondencia entre oferta y demanda. Finalmente, los doctores seleccionados establecen los acuerdos finales con las universidades y los centros de investigación, el MCYT paga anualmente a las universidades los costos de la contratación.



Es importante destacar que “el papel del MCYT se limita a garantizar la evaluación de los candidatos y proporcionar la financiación para contratar aquellos evaluados positivamente” (Sanz-Menéndez, 2003, p.11).

## Mecanismo/estrategia para insertar doctores

Como se ha observado hasta el momento los mecanismos de inserción laboral son posteriores a la obtención del título. Si bien las becas posdoctorales del MEC y del CSIC tienen diálogos más fuertes con becas pre-doctorales, en todos los programas es clara la necesidad de obtener el título respectivo.

La relación con el sistema universitario es muy fuerte en el Programa Ramón y Cajal donde las universidades son beneficiarias de los doctores subsidiados. En los demás programas el énfasis está en las empresas, si bien los doctores son un producto de las universidades, éstas no ocupan un lugar activo en el establecimiento de los proyectos de investigación e innovación en las empresas; son los doctores quienes estructuran individualmente estos proyectos.

Uno de los mecanismos de relación más interesantes de relacionamiento entre las entidades de fomento estatales y las empresas beneficiarias, se puede encontrar en la revisión del Programa Torres Quevedo con el Sistema Puente. “El Sistema Puente es una nueva herramienta de movilidad que ofrece el MEC, en su página web, mediante la cual se quiere facilitar el contacto entre los interesados en el Programa Torres Quevedo, es decir, entre entidades e investigadores. Si, pues, un investigador está interesado en ofrecer sus servicios para desarrollar actividades de I+D, encontrará en el Sistema Puente un vehículo más para exponer sus capacidades, motivo por el que las entidades interesadas en contratar investigadores, para llevar a cabo actividades de I+D dentro del Programa Torres Quevedo, verán su búsqueda facilitada acudiendo al Sistema” (COTEC, 2006, p. 90).

El Sistema Puente suministra a dichas entidades una información básica, académica y profesional, a través del extracto de su CV, que es la ficha que habrán de complementar los investigadores. Si una entidad está interesada en un determinado perfil, puede, siempre a través del sistema para garantizar el anonimato, remitir al investigador correspondiente alguna dirección, por si éste estuviera interesado en entrar en contacto con la entidad y ampliar la información sobre su CV. “La utilización del Sistema Puente por parte de los investigadores no es requisito para que sean contratados: es un sistema

voluntario que ofrece el Ministerio y que sólo busca ayudar más ágilmente al investigador, que podrá usarlo o no” (COTEC, 2006, p. 90).

## Resultados obtenidos con la inserción de doctores

En relación con los resultados de los programas de inserción de doctores al sector productivo y al sector académico. Los estudios consultados no definen tasas de empleabilidad en el sector empresarial, ni se atreven a discutir cambios cuantificables en las capacidades de innovación, salvo el Programa Acción IDE, el cual cuenta con una evaluación bastante detallada desarrollada por el CSIC (Sanz-Menéndez, Cruz-Castro, & Aja-Valle, 2004). Otros programas en los que más se ha avanzado en la caracterización de resultados son *Torres Quevedo y Ramón y Cajal*, con un especial énfasis en la percepción tanto de investigadores como de empresarios.

Como se ha señalado con anterioridad, la Acción IDE fue lanzada en 1996 en el contexto del Programa Nacional para la promoción del sistema Ciencia-Tecnología-Industria, en el III Plan Nacional de I+D (1996-1999). El programa IDE básicamente daba subsidios a firmas españolas con capacidades de investigación y desarrollo con el fin de incentivar la contratación de doctores.

El principal objetivo de la Acción IDE fue mejorar las capacidades de I+D del sector privado. Dentro de la lógica de la política los recursos humanos RHCT ocupan un lugar fundamental como dinamizadores de la investigación en el marco del mejoramiento de la competitividad del sector. Desde el punto de vista de la gestión, durante el periodo 1997-2001, la Acción IDE recibió 761 solicitudes enviadas por 450 diferentes compañías. El Programa otorgó 602 subsidios a 371 compañías. El valor total de los subsidios fue aproximadamente de 2400 millones de pesetas (14,4 millones de euros) (Capell, 2010; Sanz-Menéndez et al., 2004).

El Programa estaba dirigido únicamente a doctores que hubieran obtenido su título en los últimos 6 años. Aproximadamente el 95% de los doctores empleados fueron nuevos profesionales con menos de 35 años (Capell, 2010).

Desde el punto de vista de los efectos de la Acción en el fortalecimiento del sistema, uno de los más importantes ha sido su contribución en la creación y consolidación de unidades y departamentos de I+D en las firmas que recibieron a los doctores. Desde el año 2003, momento en el que se comenzó a evaluar el Programa, el 83% de las compañías habían establecido unidades

de I+D y 7% proyectaban su desarrollo en el corto plazo. En 1999, momento en el que comenzó el proyecto sólo el 59% de las compañías contaban con esta infraestructura. Una de cada cuatro compañías participantes desarrollaron unidades de I+D durante el funcionamiento del Programa (Sanz-Menéndez et al., 2004).

Con relación a la empleabilidad de los investigadores, el 36% de las compañías reconocieron que sin el subsidio del programa IDE no habrían contratado a los doctores. La mayoría de los doctores beneficiarios del Programa (80%) eran desempleados o dependientes de “grants”. “En este sentido el programa cumplió su objetivo de ayudar a la inserción en el sector privado de investigadores” (Sanz-Menéndez et al., 2004).

No obstante, uno de los principales indicadores de éxito del Programa es la continuidad del empleo de los doctores en las compañías después del periodo de subsidio. Tres de cada cuatro doctores contratados mediante el Acción IDE permanecieron en las compañías después de la culminación del periodo del subsidio y cerca del 82% con contrato indefinido de trabajo.

El Programa también ha tenido un impacto positivo en el aumento de los salarios tanto en quienes permanecieron en el mismo sector, o se movieron a otro; en comparación de aquellos doctores que se formaron completamente en la academia (Capell, 2010; Sanz-Menéndez et al., 2004).

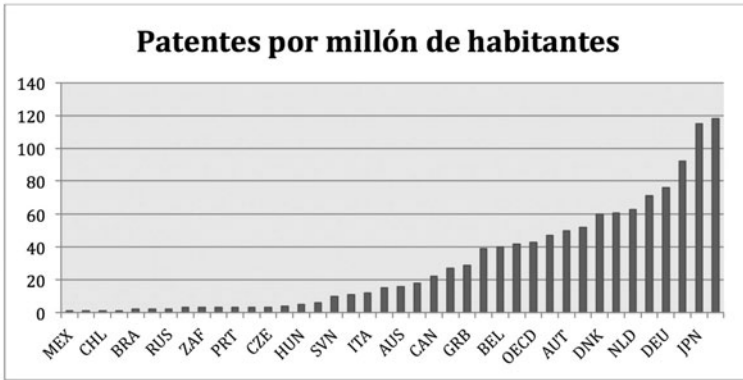
Según (COTEC, 2006) entre 2001 y 2005, las empresas mostraron bastante interés por el Programa Torres Quevedo, se han formulado 1.700 solicitudes en total, de las cuales casi un 70% han sido aprobadas, concediéndose 1.139 contratos, de los que 510 han correspondido a doctores y el resto a tecnólogos. La inclusión de tecnólogos en el Programa ha hecho que las especialidades de los contratados sean muy variadas. De hecho, por ejemplo, en las convocatorias de 2002 y 2003, más del 25% de todos los contratados pertenecen a las áreas de ingeniería y de tecnologías de la información y las comunicaciones. “Los doctores en áreas de ciencias naturales —como biología, química, o medicina— siguen teniendo un peso importante en las contrataciones, acumulando más de cuatro de cada diez, pero el rasgo destacable es la mayor variedad de especialidades representada. Se incluyen diversas tecnologías, como tecnología de los alimentos o tecnología de los materiales, que agrupan al 14% de los doctores contratados; también se incluyen otras áreas, como la ingeniería mecánica, la tecnología electrónica y las ciencias de la computación, que acumulan entre ellas el 12,3% de los doctores” (COTEC, 2006).

Los centros tecnológicos han sido muy importantes en la demanda de doctores, en el periodo 2001-2005, los centros tecnológicos han acumulado el 27,5% de la contratación de doctores, y las empresas grandes de más de 250 trabajadores el 14,1%. Más importante de resaltar aún es que aproximadamente seis de cada diez doctores han sido contratados por Pymes. “Las empresas participantes pertenecen a ramas de actividad muy diversas, con una especial participación de aquellas que se dedican a la biotecnología, la química, la I+D en general y los servicios a las empresas, distribución que más o menos ya se observaba en la Acción IDE” (COTEC, 2006).

El Programa Ramón y Cajal, según Sanz-Menéndez et al. (2000) ha contribuido significativamente a resolver un problema clave en el SNCTI español: el de las oportunidades, perspectivas y condiciones de empleo para los doctores. No obstante, como él mismo señala “la solución al problema de hoy puede convertirse en un problema en el futuro”. El sistema necesitará un crecimiento significativo en la estabilidad de las plazas, el programa RyC contribuye en el reforzamiento de las instituciones y en un incremento de su prestigio. Este tal vez sea uno de los impactos más directos e importantes del Programa. “El programa Ramón y Cajal ha creado un sistema de información (reputación) sobre la calidad de los Ph.D. y las instituciones. El programa ha obligado a los Centros de Investigación Públicos a desarrollar planeación estratégica de sus políticas de recursos humanos por campos y a pensar mecanismos de estabilidad laboral” (Sanz-Menéndez et al., 2000).

Como se señaló con anterioridad, los estudios de evaluación se han concentrado en el grado de satisfacción tanto de investigadores como de empleadores, frente a lo cual los programas han sido exitosos satisfaciendo las expectativas de ambas partes. Ahora bien, cuando los estudios se acercan al asunto del desarrollo de patentes, en los programas de inserción en empresas, los resultados no son tan contundentes. La productividad sigue concentrada en la producción de artículos científicos.

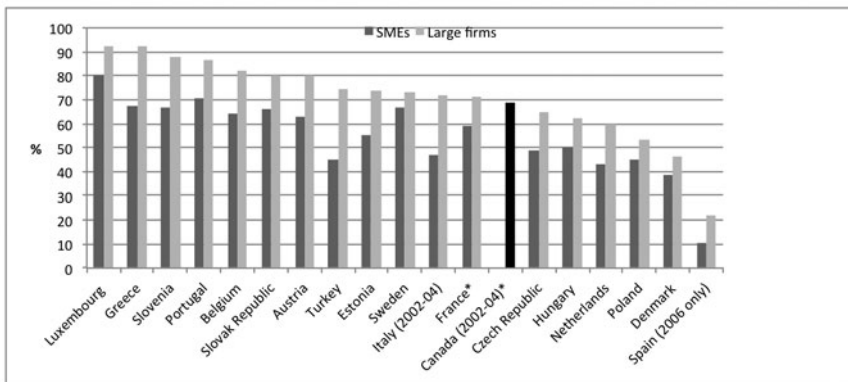
Para análisis posteriores es interesante revisar el (OECD, 2011), que presenta un diagnóstico de los indicadores de innovación de la OECD para 2007, tiempo en el que se cerró la primera fase del Programa Ramón y Cajal, así como del Programa Torres Quevedo. Como se puede ver a continuación, a pesar de los avances en inversión en CTI y en productividad las brechas se siguen manteniendo, España sigue ocupando en lo que respecta a patentes un lugar muy por debajo del promedio de la OECD y de EU-15, con 5 patentes por millón de habitantes, la media de la OECD es 42.



Fuente: OECD (2011)

**Gráfica 14: Patentes por millón de habitantes 2007**

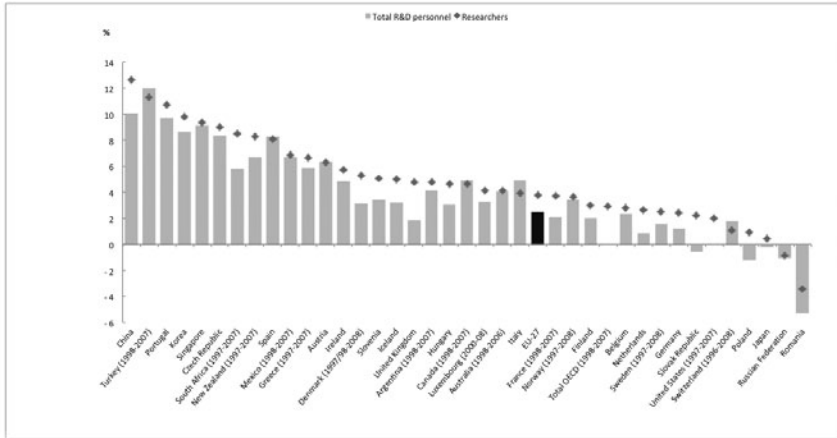
No obstante, la distancia que aún queda por recorrer en materia de productividad tecnológica y de patentes, si se compara España con la media de la OECD, este mismo documento muestra importantes avances en dos sectores directamente relacionados con los programas anteriormente descritos. Por una parte España ha hecho importantes avances en el incremento de empresas comprometidas en actividades de formación relacionadas con la innovación en relación al total de empresas innovadoras. Cerca del 20% de las grandes empresas se han convertido en espacios de formación para la innovación, en esto sin duda los doctores han ocupado un lugar fundamental.



Fuente: OECD (2011) <http://dx.doi.org/10.1787/8888932332797>

**Gráfica 15: Firmas comprometidas en actividades de formación relacionadas con la innovación 2004-2006. Como porcentaje del total de firmas innovadoras**

Finalmente, España sigue experimentando uno de los incrementos más importantes de personal de I+D y de investigadores dentro de los países de la OECD con un incremento del 9% en el periodo 1998-2008, frente a un 4% del promedio de la OECD.



Fuente: OECD, Main Science and technology Indicators (may 2010), <http://dx.doi.org/10.1787/888932332778>

**Gráfica 16: Crecimiento del Personal en I+D e investigadores, 1998-2008**  
**Tasa compuesta de crecimiento anual (%)**

## Conclusiones

A partir de esta revisión de la experiencia española se puede concluir:

- 1) España parte de un escenario de saturación de la demanda de doctores debido al enorme desarrollo de la oferta por parte del sector universitario. Desarrollo vinculado a la proliferación de programas de doctorado y de graduados. En este sentido, los programas de inserción de doctores en empresas, corresponden a una estrategia de disminución/prevención del desempleo de RHCT, así como a una estrategia de mejoramiento de la productividad de las empresas a partir del fortalecimiento de las capacidades de innovación, en particular de I+D.
- 2) Los diversos programas desarrollados en España se han concentrado en el soporte de la demanda. Esto se ha traducido en subsidios a las empresas para la contratación de doctores. El monto de estos incentivos varía según las diferentes clases de actividades relacionadas con la innovación, privilegiando aquellas actividades encaminadas al soporte de la Investigación y Desarrollo; también se privilegia la inserción de doctores a PYMES.

- 3) Estos programas han sido exitosos en la permanencia de los doctores en las empresas, transcurrido el tiempo de subvención. Así como en el surgimiento y fortalecimiento de unidades y departamentos de investigación y desarrollo dentro de las empresas contratantes. Si bien no se tienen datos sobre el impacto de estos programas en la producción de patentes o registros de propiedad, es claro su éxito en el fortalecimiento de la demanda de RHCT y en la consolidación de capacidades institucionales para la innovación.
- 4) Finalmente, si bien el foco de atención de las políticas de ciencia y tecnología ha estado en el fortalecimiento de las relaciones con la empresa, España ha desarrollado una estrategia diversificada de vinculación de doctores, promoviendo también su inserción en universidades y centros de investigación. En tal caso, se ha privilegiado la inserción de doctores con amplia trayectoria de investigación en centros de excelencia internacionales como una estrategia de recuperación de estos recursos humanos.

## El caso de Francia

### Descripción general del Programa

Desde los años ochentas, Francia puso en funcionamiento el programa CIFRE<sup>5</sup>, gestionado por ANRT<sup>6</sup>. El objetivo central es subsidiar a toda empresa legalmente constituida en Francia que quiera contratar un estudiante doctoral para promover la colaboración en investigación con un laboratorio de investigación de naturaleza pública. Estos trabajos deben llevar a la sustentación de una tesis doctoral tres años después de iniciada la tesis. La financiación de este subsidio está a cargo del Ministerio de la Enseñanza Superior y de la Investigación. Se espera igualmente que los estudiantes doctorales logren una vinculación rápida después de terminar sus estudios, teniendo como opción importante el sector empresarial.

De esta forma Francia ha logrado conectar de forma sistemática a tres actores centrales en los procesos de innovación: la empresa, el Estado y la academia.

---

<sup>5</sup> Conventions Industrielles de Formation par la Recherche – Convenios industriales de formación por medio de la investigación. [http://www.anrt.asso.fr/fr/espace\\_cifre/accueil.jsp?r=3&p=1](http://www.anrt.asso.fr/fr/espace_cifre/accueil.jsp?r=3&p=1)

<sup>6</sup> Association nationale recherche technologie – Asociación nacional para la investigación tecnológica

El CIFRE se origina en respuesta a un contexto en el que tradicionalmente la empresa buscaba recurso humano menos especializado (maestría o doctorado) para el desarrollo de sus investigaciones e innovaciones. De otra parte, quienes hacían doctorado tenían tendencia a permanecer en la academia en donde habían pasado al menos una década en su formación profesional y no consideraban otras alternativas distintas de empleo. A lo anterior se asociaba una diferencia importante de criterios para medir el desempeño del doctorado y, en consecuencia, los mecanismos de selección eran sustancialmente diferentes, pues si bien ambos consideraban la trayectoria investigativa, el indicador no era el mismo: la empresa se interesaba en los productos concretos, mientras la academia en las publicaciones.

El convenio CIFRE está previsto para una trayectoria doctoral de tres años. Los dos objetivos centrales de CIFRE son (ANRT-CIFRE, 2009b):

- Desarrollar asociaciones de investigación entre el mundo empresarial y los organismos de investigación.
- Desarrollar el empleo de doctores en el medio empresarial.

En este contexto, CIFRE es un acuerdo entre el ANRT y el mundo socio-económico (empresa, asociación, colectividad territorial) de derecho francés. En consecuencia, el CIFRE beneficia a tres socios:

- Una estructura del mundo empresarial que desea adelantar actividades de investigación, esto es una empresa o asociación.
- Un profesional con nivel de maestría que el empleador contrata por tres años para adelantar una tesis doctoral.
- Un laboratorio de investigación capaz de albergar, orientar y dirigir una tesis doctoral.

El programa CIFRE incluye todos los dominios, tanto los de la ciencia, tecnológicos como los relacionados con las ciencias sociales.

El CIFRE es entonces, un intento por formar doctores para la industria, en el marco de sus necesidades, valores culturales y expectativas de la mano con la academia. Como resultado se beneficia la industria al poder contar con recurso humano formado para sus necesidades y naturaleza, se beneficia el estudiante quien logra encontrar nuevas posibilidades de empleo y se beneficia la academia que puede acercarse a uno de sus objetivos fundamentales en el caso de ingeniería: la empresa y la sociedad.



## Algunos detalles de funcionamiento del programa CIFRE

La población objetivo son estudiantes doctorales que están iniciando estudios y es en general el empleador quien presenta la documentación. Las autoridades encargadas del Programa toman del orden de 2 meses, tiempo que puede ampliarse si existen dificultades en encontrar peritos que puedan evaluar la candidatura (ANRT-CIFRE, 2009b).

Los criterios que se tienen en cuenta son (CIFRE, 2011):

- La calidad científica del objeto de investigación.
- El compromiso de la empresa en relación con el candidato y con el tema.
- La coherencia de la formación previa del candidato en relación con el proyecto de investigación.
- La pertinencia y competencia del laboratorio que hará la dirección.

Durante el desarrollo de la tesis doctoral, es indispensable la presentación de informes de avance cada año por parte de la empresa en asocio con la academia.

A lo largo del trabajo, el estudiante tiene un tutor científico designado por el empleador y por un director de tesis designado por el laboratorio de investigación.

El empleador se compromete a que el estudiante doctoral dedicará tiempo completo a la actividad de investigación relacionada con su tesis doctoral y a actividades conexas relacionadas con cursos y asistencia a eventos académicos relevantes para el trabajo.

Cuando el acuerdo CIFRE sucede en medio del año académico, existe el compromiso de inscripción para el siguiente período.

En el marco de una tesis CIFRE se dan dos contratos: uno entre el empleador y el estudiante de corte laboral y uno entre el empleador y la academia que define el marco de la colaboración interinstitucional.

ANRT como gestor del Programa, no reclama ninguna propiedad intelectual patrimonial sobre los resultados de la investigación quedando estos derechos en cabeza de la empresa, quien contrata al estudiante doctoral.

El subsidio que implica un doctorado CIFRE se le entrega al empleador.

## Resultados

En cifras del año 2004 Francia producía anualmente del orden de 10.000 jóvenes doctores que se comparaban con los 68.000 en Europa y los 40.000 de EEUU (Béret, Giret, & Recotillet, 2003; Giret & Recotillet, 2004).

La Tabla 12 muestra las cifras de egresados en tres años y su crecimiento:

	Graduados			Incremento		
	1994	1996	1998	98/94	98/90	98/82
Doctores	9225	9448	9597	1,04	1,34	1,36
Ingenieros	20562	22689	23068	1,12	1,43	1,9
Maestría	46166	49556	50763	1,09	1,51	2,4

Fuente: (Béret, Giret, & Recotillet, 2002)

**Tabla 12: Graduados por niveles y años y evolución del índice de crecimiento**

Dos aspectos a resaltar: un aumento de los ingenieros importante, un aumento más importante en la formación de maestría y un aumento más discreto de los doctores.

La gran mayoría de los nuevos doctores en Francia se orientan hacia la investigación pública y la academia mientras sólo una pequeña parte se orienta hacia la empresa (Béret, Giret, & Recotillet, 2004).

Un examen más detallado por profesiones tiende a mostrar un panorama un tanto diferente para ingeniería. Los doctores ingenieros muestran una clara tendencia en aumento de ubicación laboral en la empresa como se muestra en la Tabla 13:

Empleo ocupado 3 años después de la graduación	% en función pública			% de profesores investigadores e investigadores del total del empleo de doctores			% de investigadores R&D del total de empleo de doctores		
	1997	1999	2001	1997	1999	2001	1997	1999	2001
Cohortes									
Doctores graduados	66	61	53	51	50	40	15	16	18
En ciencias exactas	61	54	47	48	47	35	18	22	24
En ciencias humanas y sociales	85	76	70	64	57	53	1	2	1
En ingeniería	66	51	35	56	46	33	19	36	40

Fuente: (Béret et al., 2004, p.114)

**Tabla 13: Evolución egresados de doctorado en función pública, en investigación y en sector privado**

Se puede apreciar como, en líneas generales, ha habido un descenso importante del porcentaje de graduados que se dirige a la función pública, y entre éstos a la academia (profesores-investigadores e investigadores), mientras en contrapartida los graduados que tres años después de la terminación de estudios se encuentran en el sector privado, ha aumentado. Estas tendencias son aún más dramáticas para los ingenieros donde en escasos 4 años se ha duplicado la cifra de doctores que se dirige al sector privado. Esto se da puesto que «Los graduados de ingeniería son más eficientes en mantener un enlace con la producción debido a su conocimiento tácito intercambiado durante el proceso y las ventajas ganadas por la “cultura común”» (Giret & Recotillet, 2004, p.4).

Las cifras anteriores muestran una tendencia general de los doctores en ingeniería a trabajar cada vez más en el sector privado y menos en el servicio público y académico. Queda por explorar si el CIFRE ha tenido impacto y es en consecuencia causa del aumento de doctores en la industria, aspecto que se muestra en la siguiente tabla (Giret & Recotillet, 2004, p.8).

	<b>Todos los PhD graduados</b>	<b>PhD en el programa CIFRE</b>
Porcentaje de graduados con trabajo temporal	44%	22%
Porcentaje de graduados con un trabajo temporal, 3 años después de la graduación	23%	9%
Duración de desempleo antes de obtener el primer trabajo	2.9	2.8
Porcentaje de los graduados empleados en el sector privado	39%	80%
Ingresos netos, 3 años después de la graduación Primer cuartil	1.680 €	1.830 €

Fuente: Giret and Recotillet (2004)

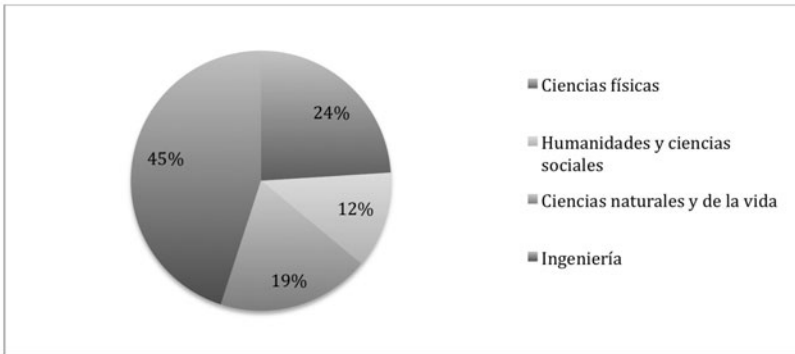
**Tabla 14: Movilidad laboral después de un trabajo temporal en el sector público de investigación**

Son claras las ventajas a favor de los doctorados graduados en el marco del programa CIFRE: menos graduados en trabajos temporales donde a los 3 años la diferencia es muy importante. Con respecto al objetivo del Programa, la gran mayoría de los egresados de doctorados CIFRE laboran en el sector privado en contrapartida de los que vienen de un doctorado de corte más académico.

En (Giret & Recotillet, 2004, p. 13) se concluye que efectivamente el programa CIFRE, examinando la situación tres años después de la graduación, logra mejores ingresos, particularmente en el sector privado y que este trabajo

conjunto entre la academia y la empresa promueve una orientación hacia el trabajo en la empresa.

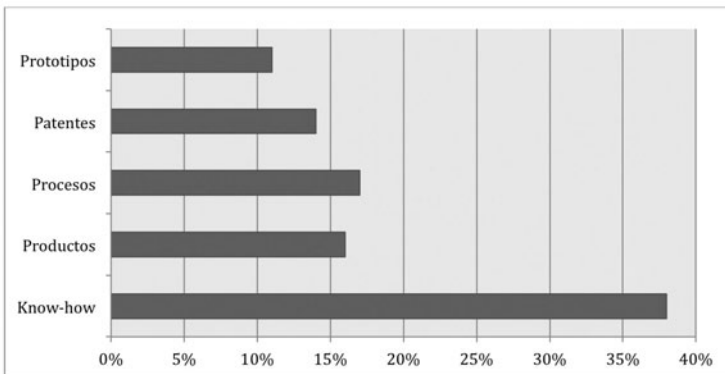
De acuerdo a (Court, 2006) el programa CIFRE ha venido creciendo de forma permanente, donde en 1996 tenía un poco menos de 600 convenios, mientras en 2006 sobrepasaba los 1.200. Si se examina por áreas, la misma fuente presenta la siguiente figura:



Fuente: (Court, 2006)

**Gráfica 17: Distribución de acuerdos CIFRE entre disciplinas.**

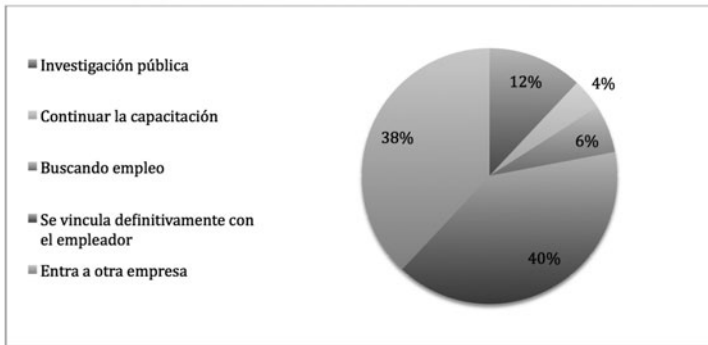
La misma referencia presenta los resultados que se obtienen de estos convenios CIFRE:



Fuente: (Court, 2006)

**Gráfica 18: Resultados industriales al final de un convenio CIFRE**

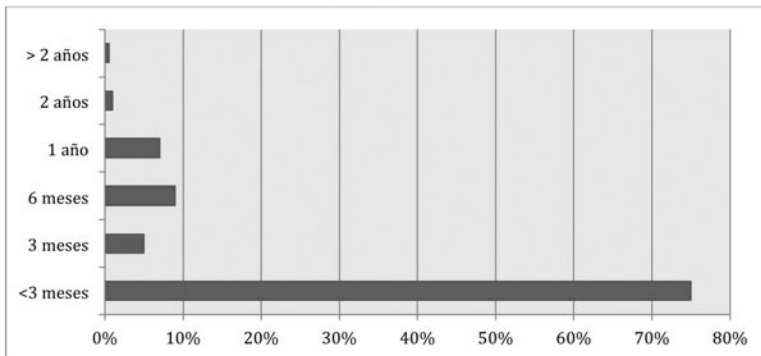
En cuanto al tipo de vinculación de los graduados se encuentran los resultados que se muestran en la siguiente gráfica:



Fuente: (Court, 2006)

**Gráfica 19: Primer empleo**

Con respecto a la empleabilidad, la siguiente gráfica ilustra la situación bastante favorable, pues un porcentaje muy alto de quienes terminan consiguen empleo en pocos meses (ANRT-CIFRE, 2009a):



Fuente: (ANRT-CIFRE, 2010)

**Gráfica 20: Tiempo de acceso de los egresados CIFRE a un empleo**

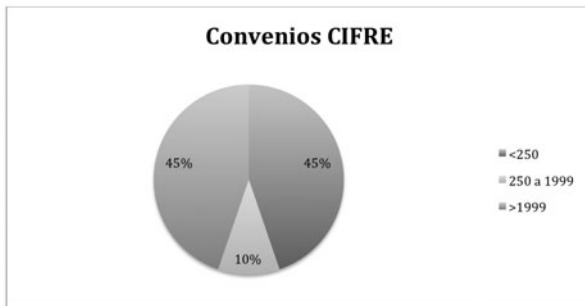
A nivel de ingresos, se estima que el contrato de trabajo se realiza sobre ingresos mínimos por año de 23.484 euros, con un subsidio del estado de 14.000 euros por año. Sin embargo, los ingresos promedios están en 27.400 pudiendo superar los 30.000 euros/año en un 15% de los casos (ANRT-CIFRE, 2010).

Si se busca caracterizar el tipo de empresas en las que se insertan los egresados CIFRE sobre 30 años se sintetizan en la siguiente figura (CIFRE, 2011):



**Gráfica 21: Inserción de egresados CIFRE**

En relación a las empresas con las que se desarrolla el convenio CIFRE la misma referencia indica:



Fuente: (ANRT-CIFRE, 2010)

**Gráfica 22: Distribución convenios CIFRE según tamaño de la empresa**

Y finalmente la siguiente gráfica ilustra, para el sector de las pequeñas empresas, como se distribuyen esos convenios:



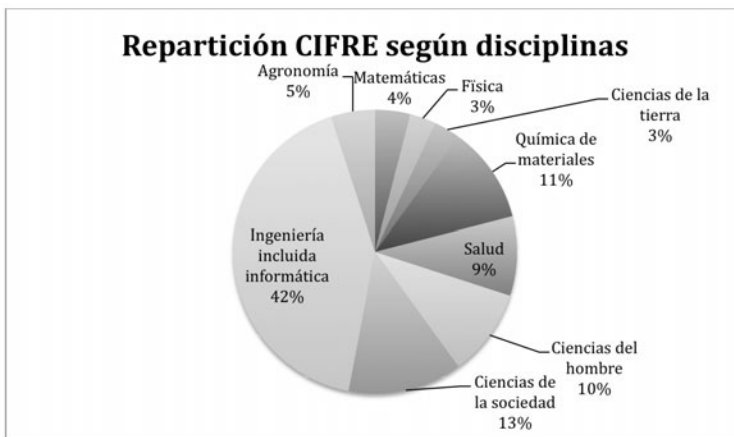
Fuente: (ANRT-CIFRE, 2010)

**Gráfica 23: Distribución contratos en la pequeña empresa**

Es de resaltar la importancia que tienen las pequeñas empresas en el marco de los convenios CIFRE. En torno a estas pequeñas y medianas empresas, el mismo documento resalta que la gran mayoría eran empresas jóvenes, 60% creadas después del 2000, para una tercera parte de estas empresas se trataba de su primera actividad de investigación y la mayoría de estas empresas indican que sin el apoyo del CIFRE no habrían realizado la investigación.

Igualmente el documento indica que en el 80% de los casos el proyecto CIFRE dio lugar a nuevos proyectos de investigación que les sucedieron. Finalmente se indica que el 97% de las empresas que han pasado por un convenio CIFRE desean tener uno nuevamente.

Un examen sobre las áreas en las que se adelantan este tipo de tesis muestra el siguiente gráfico (CIFRE, 2011):

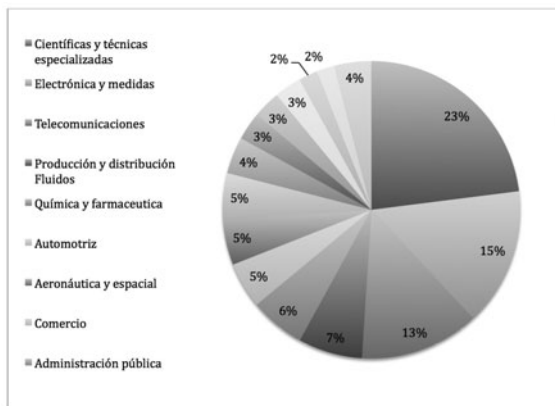


Fuente: CIFRE (2011)

**Gráfica 24: Repartición convenios CIFRE por Disciplinas**

Existe un claro predominio de las disciplinas STEM que entre ingeniería, matemáticas, física, ciencias de la tierra y química de materiales, representan 63% de los convenios. El porcentaje restante se distribuye entre salud y ciencias sociales.

Finalmente vale la pena presentar la distribución por sectores de los convenios CIFRE (2011).



**Gráfica 25: Sectores de actividad en los que se desarrollan los convenios**

Se evidencia la importancia que tiene todo el sector de innovación tecnológica que cubre la gran mayoría de los convenios CIFRE.

En resumen (ANRT-CIFRE, 2010) el Programa ha formado más de 12.000 doctores, en asociación con 7.000 empresas y 4.000 laboratorios. Sólo en 2011 se financiaron 1.300 convenios con 3600 en curso de realización. Sus resultados parecen indiscutibles a la luz de las cifras que lo caracterizan.

## Conclusiones

A partir de la revisión de la experiencia francesa se puede concluir:

- 1) El programa CIFRE surge como una necesidad de incorporar personal altamente calificado, en este caso doctores, a las empresas. Además de generar alternativas laborales a los doctores en un sector que no era predilecto para ellos como el empresarial, se incorpora a la empresa recurso humano con capacidad de fortalecer las capacidades de innovación del sector privado.
- 2) El programa CIFRE ha logrado coordinar tres actores que son fundamentales en un ecosistema de innovación: las universidades, los laboratorios de investigación y las empresas. El elemento sobre el cual se coordinan estos tres actores es una tesis de doctorado que busca ante todo solucionar un problema específico de una empresa.



- 3) Además de generar un ecosistema para la innovación, el programa CIFRE hace posible que los estudiantes de doctorado tengan una experiencia concreta de investigación en una empresa lo cual les permite no sólo apropiarse de la racionalidad y lógicas de este espacio social y futuro destino laboral sino interactuar con un par que complementa su proceso de formación. Este trabajo con un par es uno de los factores que más aprecian las empresas a la hora de contratar un doctor.
- 4) De manera indiscutible el programa CIFRE ha contribuido que cada vez más graduados con doctorado en ingeniería opten por laborar en el sector privado en Francia. Se ha generado entonces, un nuevo mercado para los doctores de esta área diferente al académico.



# **CAPÍTULO IV**

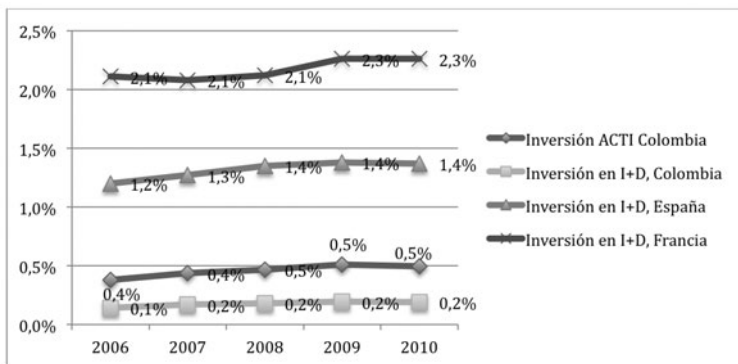
**El sector empresarial y  
los Doctores en Colombia**



En este capítulo se hace una descripción del sector empresarial y los doctores en Colombia con miras a contextualizar las capacidades de innovación de dicho sector y el recurso humano con doctorado. Esta descripción también aporta a la comprensión de las percepciones y valoraciones de empresarios y sector académico (estudiantes, graduados y profesores de doctorado de algunas Facultades de Ingeniería en Colombia) sobre la innovación, el rol de los doctores en la sociedad, la academia y las empresas y el sector empresarial como destino laboral de los doctores (ver capítulo V).

## El sector empresarial y la innovación en Colombia

La inversión en actividades de Ciencia-Tecnología e Innovación, así como en actividades I+D en el país no ha sido representativa si se compara con lo que sucede en el contexto internacional (ver Gráfica 26). Un indicador de ello es la inversión como porcentaje del PIB que como se puede ver a continuación no alcanza los niveles de otros países que se colocan de referencia:



Fuente: DANE et al. (2010); DANE, DNP, and COLCIENCIAS (2011)

**Gráfica 26: Evolución de la inversión en actividades de ciencia y tecnología e innovación – ACTI como porcentaje del PIB 2006-2011**

No obstante, paulatina pero muy lentamente el sector privado ha venido reconociendo la importancia de desarrollar actividades que generen innovación en los diferentes sectores industriales. Un ejemplo de ello es que la financiación de ACTI ha pasado del 43,34% en el 2006 al 49,84% en el 2011. Según financiación, el recurso privado (donde estarían incluidas varias de las empresas colombianas) está más o menos a la par con el recurso público (Ver Tabla 15).

Tipo de recursos	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2006-2011
Públicos	53,08%	48,11%	46,38%	50,44%	45,97%	47,61%	48,76%
Privados	43,34%	49,80%	50,95%	45,95%	50,73%	49,84%	48,20%
Internacionales	3,58%	2,09%	2,67%	3,62%	3,30%	2,55%	3,04%
Total (millones pesos 2010)	1.735.587	2.131.952	2.375.686	2.669.522	2.727.433	2.849.884	14.490.064
Total (miles de USD)	614.586	905.287	1.148.125	1.199.984	1.437.087	1.626.977	6.932.046

Fuente: OCyT, Dane EDIT III y EDIT IV, Universidad Nacional de Colombia, 2006-2010  
tasa de cambio promedio anual Banco de la república, (Salazar-Acosta et al., 2011)

**Tabla 15: Financiación de la ACTI por tipo de recurso, 2006-2011**

Igualmente se observa un aumento en la financiación en I+D por parte del sector privado con un incremento entre el 36,07% en el 2006 al 46,94% en el 2011 (DANE et al., 2010, 2011).

Este incremento es representado básicamente por empresas del sector manufacturero. Según dos Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica-EDIT<sup>7</sup>, se encontró que sólo 323 empresas en el 2008 invirtieron en actividades de I+D según grado de innovación estricto reconocido internacionalmente (en el 2005 fueron 507 empresas en esta categoría). Por otro lado, empresas que se reconocen como potencialmente innovadoras pasaron de 286 en el 2005 a 84 en el 2008. De 546 empresas que habían sido consideradas como innovadoras en un sentido amplio (esto significa empresas que para el periodo de referencia de la encuesta habían realizado actividades de I+D y habían obtenido al menos un bien nuevo o significativamente mejorado para el mercado internacional) y que no realizaron innovaciones pasaron a ser clasificadas como innovadoras. La inversión en innovación realizada por las empresas colombianas se concentra básicamente en maquinaria.

Para dar una idea del monto de inversión a continuación (Gráfica 26) se presentan unos datos según empresa y tipo de innovación. Existe evidentemente una progresión en la participación de empresas en actividades de innovación y en la inversión que implica esta participación.

<sup>7</sup> Estas Encuestas fueron aplicadas para los años 2005 y 2008. Se obtuvo información al respecto del desarrollo de innovación en empresas pequeñas (menos de 50 empleados), medianas (entre 51 y 200 empleados) y grandes (más de 200 empleados) y se cubrió un 64,01% de un universo de 8,238 empresas.

Grado de innovación	Número de empresas				Monto invertido millones de pesos constantes 2010			
	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008
Innovación sentido estricto	507	571	319	323	1.257.723	1.171.285	1.175.923	1.103.131
Innovación en sentido amplio	804	1.021	1.922	2.163	887.241	1.166.188	2.038.480	2.194.375
Potencialmente innovadoras	286	397	54	84	148.077	222.398	20.006	29.280
No innovadora	433	631	0	0	188.112	246.009	0	0
<b>Total</b>	<b>2.030</b>	<b>2.620</b>	<b>2.295</b>	<b>2.570</b>	<b>2.481.154</b>	<b>2.905.880</b>	<b>3.234.410</b>	<b>3.326.787</b>

Fuente: DANE EDIT III y EDIT IV, cálculos OCYT, (Salazar-Acosta et al., 2011)

**Tabla 16: Empresas que invirtieron y monto invertido en actividades de desarrollo e innovación tecnológica según grado de innovación, 2005-2008**

Sin embargo, este incremento en actividades de innovación no parecería estar incluyendo investigación de un cierto nivel de especialización, pues sólo existen 37 grupos de investigación reconocidos que tienen relaciones reconocidas de trabajo con las empresas (datos 2010) (Salazar-Acosta et al., 2011). Pero es importante tener cautela con esta información, dado que las empresas no tienen mayores incentivos para formalizar sus grupos de investigación en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y que la mayoría de los posibles productos de estos grupos pueden quedar en el secreto industrial, llegando algunos de ellos a patentes, cuando la empresa encuentra un riesgo en que su idea sea utilizada por otros. Simplemente para contrastar la situación, vale la pena mencionar que en el 2011 se tenían 11.574 grupos registrados, de los cuales 7.906 estaban avalados y de estos últimos 4.322 estaban activos en su investigación. Es decir que solo 37 grupos de 4.322 eran reconocidos por empresas en el 2011.

En el caso empresarial, en general, las publicaciones no son un buen indicador, pues ellas no tienen mayor interés en publicar y de hecho este es uno de los temas que hace poco interesante el trabajo en la empresa para un doctor con perfil académico.

El otro gran tema de interés es la fuente de los recursos para innovar en la empresa colombiana. Solo 50 empresas recibieron aprobación de financiación entre el 2006-2010 comparado con 767 IES públicas y 291 IES privadas en el mismo periodo (Salazar-Acosta et al., 2011).

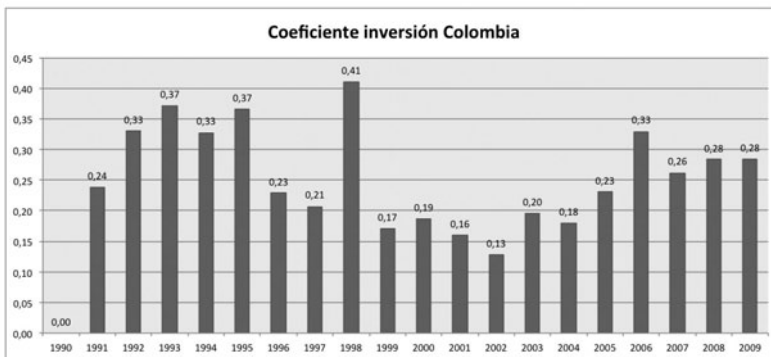
El análisis sobre las capacidades de innovación también tiene en cuenta el indicador de patentes. Este indicador es crítico si se compara con otros países de la Región como se muestra en la siguiente tabla:

País	2006		2007		2008		2009	
	Solicitadas	Concedidas	Solicitadas	Concedidas	Solicitadas	Concedidas	Solicitadas	Concedidas
Argentina	5.617	2.922	5.743	2.769	5.582	1.214	4.976	1.354
Brasil	25.406	2.748	24.685	1.838	27-050	2.778	25.951	n.d.
Chile	3.730	736	3.806	583	3.952	1.398	n.d.	n.d.
Colombia	274	216	228	161	223	177	196	84
Costa Rica	591	4	670	13	774	49	524	n.d.
Cuba	252	119	284	81	212	59	231	140
Ecuador	756	40	761	37	976	65	n.d.	n.d.
El Salvador	350	121	98	45	326	60	298	47
Guatemala	528	125	108	108	313	96	373	168
México	15.500	9.632	16.599	9.957	16.581	10.440	14.281	9.629
Panamá	311	311	258	258	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Perú	1.271	309	1.359	327	1.535	359	694	384
Uruguay	756	23	775	64	739	72	778	17
Venezuela	3.360	0	3.112	0	2.901	0	n.d.	n.d.
Total	58.702	17.306	58.487	16.241	61.164	16.767	48.302	11.823
Promedio	4.193	1.236	4.178	1.160	4.369	1.198	3.450	845
Promedio sin Brasil	2.561	1.120	2.600	1.208	2.624	1.076	3.716	909

Fuente: RICyT, Cálculo OCyT (Salazar-Acosta et al., 2011)

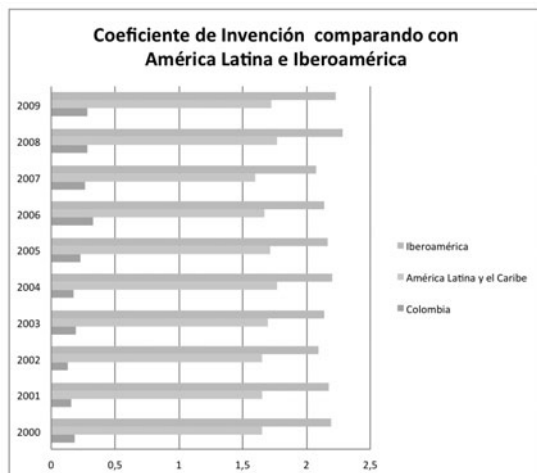
**Tabla 17: Patentes solicitadas y concedidas entre oficinas de patentes, 2006-2009**

Por otro lado, el coeficiente de invención (indica patentes solicitadas por residentes por cada 100.000 habitantes) evidencia un incremento marginal en los últimos años. Pero este incremento es muy poco representativo en el contexto Latinoamericano e Iberoamericano en general (ver Gráfica 27 y Gráfica 28).



Fuente: www.ricyt.org. Coeficiente de inversión: patentes solicitadas por residentes cada 100.000 habitantes

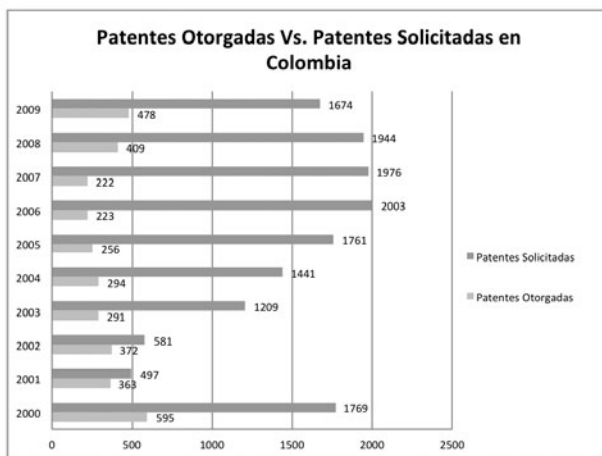
**Gráfica 27: Coeficiente de Inversión Colombia**



Fuente: www.Ricyt.org

**Gráfica 28: Coeficiente de inversión comparando con América Latina e Iberoamérica**

Por otro lado, el número de patentes solicitadas supera ampliamente el número de patentes otorgadas (ver Gráfica 29).



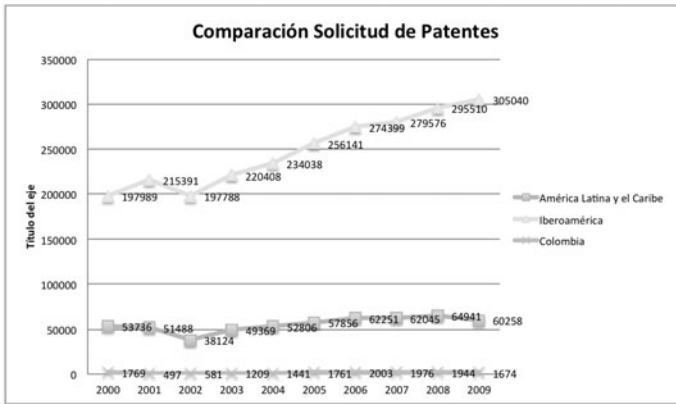
Fuente: www.ricyt.org

**Gráfica 29: Patentes otorgadas Vs Patentes solicitadas en Colombia**

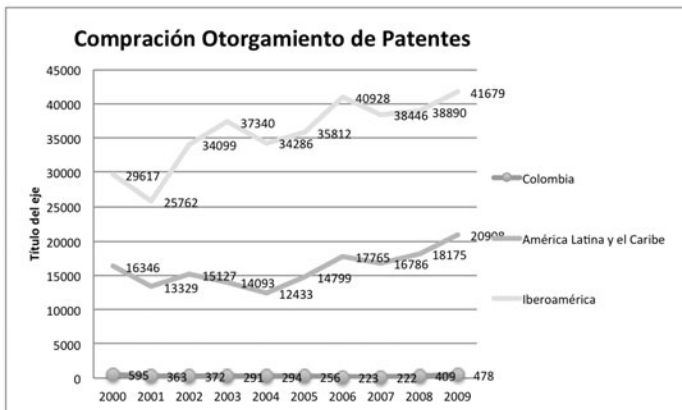
Como se puede observar en la anterior gráfica el mejor año en el número de patentes otorgadas fue el 2002 que representa un poco más del 50% de las patentes solicitadas. En los otros años, las patentes otorgadas no suelen ser



mayores al 20% de las solicitudes realizadas. El dato esperanzador es que el número de solicitudes se ha incrementado entre el año 2000 y 2009 lo cual haría pensar que poco a poco se empieza a reflexionar sobre la necesidad de innovar en la empresa colombiana.



Gráfica 30: Comparación solicitudes de Patentes



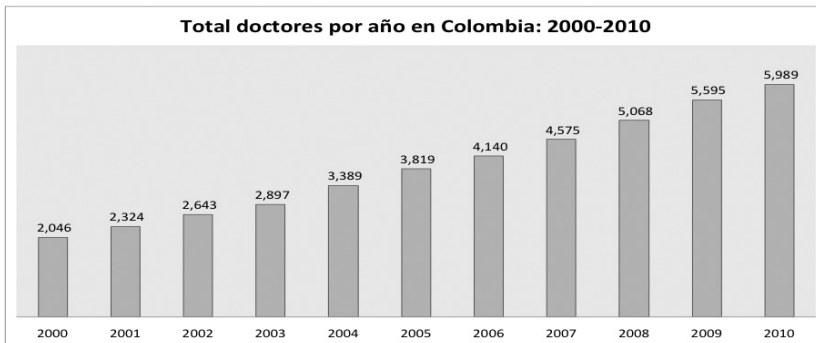
Gráfica 31: Comparación otorgamiento de patentes

Finalmente se observa en las anteriores gráficas (Gráfica 30 y Gráfica 31) que a nivel relativo la comparación de solicitud-otorgamiento de patentes con respecto a la Región no deja a la empresa colombiana en un puesto destacable. Alrededor de la tercera parte de las patentes solicitadas en las empresas de América Latina son otorgadas. Este último indicador, como se mencionaba antes, es mucho menor en el caso de la industria colombiana.

## Los doctorados en Colombia

### Doctores en Colombia

Colombia pasó de tener 2.046 doctores en el año 2000 a 5.989 en 2010 (Salazar-Acosta et al., 2011, p. 51) (Salazar-Acosta et al., 2010) (ver Gráfica 32). Este aumento se traduce en que Colombia para el año 2000 tenía 5,8 doctores por cien mil habitantes y para el año 2010 esta relación fue de 13,22.<sup>8</sup> Estas cifras son inferiores si se compara con países de la Región como Brasil y Chile que tienen 44,8 y 28,1 doctores por cien mil habitantes respectivamente.

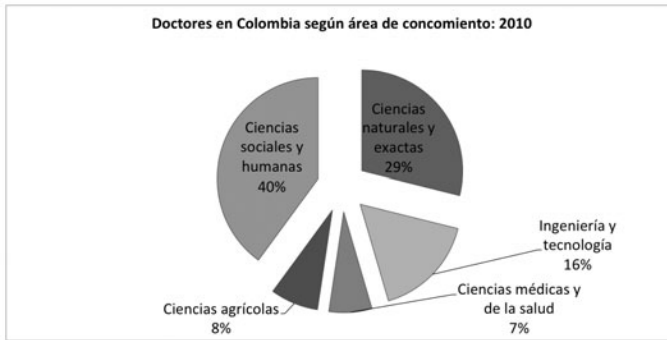


Fuente: (Salazar-Acosta et al., 2010; Salazar-Acosta et al., 2011, p. 51)

**Gráfica 32: Total doctores por año en Colombia (2000-2010)**

Desde el año 2004, utilizando como mecanismo de clasificación las áreas de conocimiento de la OECD, el OCYT reporta que el mayor número de doctores pertenece al área de las ciencias sociales y humanas mientras que las áreas de ciencia agrícolas y médicas y de la salud tienen la menor representación (Salazar-Acosta et al., 2010, p. 42). Preocupa la baja representación de las áreas de ingeniería y tecnología, ciencias agrícolas y ciencias médicas y de la salud en comparación con el área de las ciencias sociales y humanas para el año 2010 que representó el 40% del total de doctores en Colombia (ver Gráfica 33).

<sup>8</sup> Según información del DANE, Colombia en el año 2000 tenía 40.295.563 habitantes y en el 2010 este número ascendió a 45.509.584.

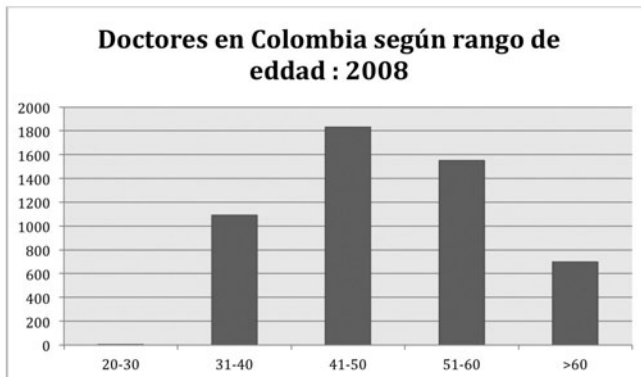


Fuente: (Salazar-Acosta et al. 2011, p. 42)

**Gráfica 33: Doctores en Colombia según área de conocimiento**

Más del 70% de los doctores en Colombia son hombres. Esta tendencia se mantiene casi igual para el periodo comprendido entre 2004 a 2008 (Salazar-Acosta et al., 2011, p. 42).

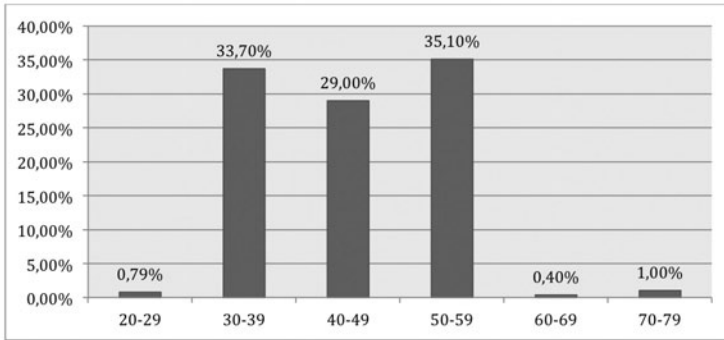
El 35,5% de los doctores para el año 2008 estaba en el rango de edad entre los 41-50 años y el 29,5% entre los 51-60 años: tan solo un 21,1% estaba en el rango entre 31-40 años (CvLac y GrupLac, 2008) (ver Gráfica 34). Significa que el 65% de los doctores superaba los 40 años en el 2008.



Fuente: Plataforma Scienti (GrupLac y CvLac), consulta julio de 2008.

**Gráfica 34: Doctores según rango de edad**

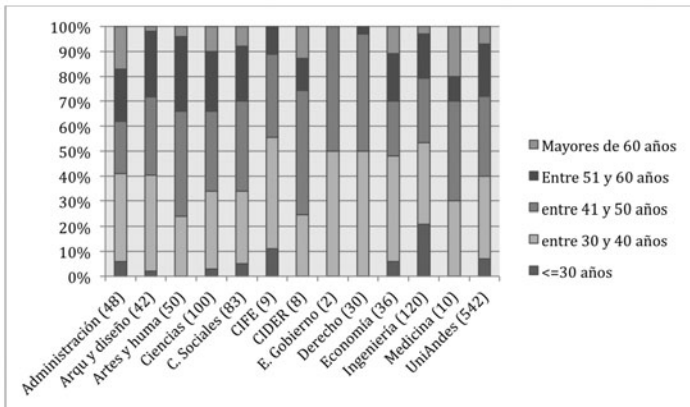
En el caso de la Universidad Nacional de Colombia, con información a 2008, el 35,1% de los profesores estaba en el rango de edad entre los 50-59 años, un 33,7% en el rango de 30-39 y un 29,0% entre los 40-49 (UNC, 2009: 84) (ver Gráfica 35). Un 64,1% de los profesores estaban entre los 40 y 59 años de edad.



Fuente: UNC (2009)

**Gráfica 35: Distribución de docentes de planta según rangos de edad**

En la Universidad de Los Andes, con información a 2008, se encontró que la edad promedio de los profesores era de 44 años (UniAndes, 2009, p. 45) (ver Gráfica 36).



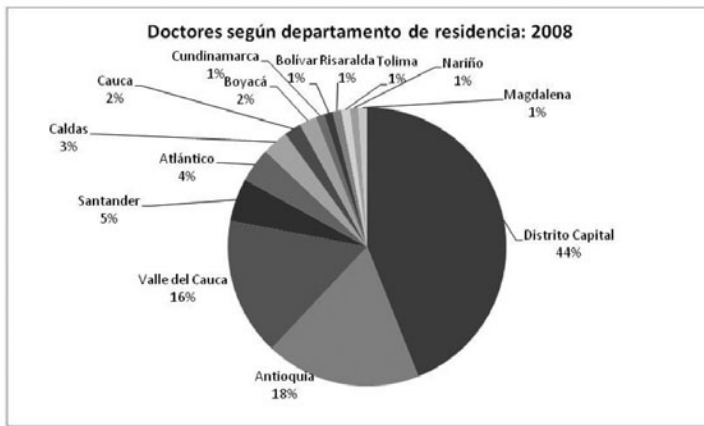
Fuente: (UniAndes 2009, p. 45)

**Gráfica 36: Profesores de planta por edad y facultad**

Con información de la plataforma ScienTI a 2008, de los 4.088 doctores reportados, el 84.9% residían en Colombia, el 1.9% en España, el 1.5% en Cuba, el 1.1% en Brasil y 1.1% en Estados Unidos.

El 75,8% de los doctores para el año 2008 eran colombianos, el 5,56% españoles, el 2,16% estadounidenses, el 1,63% cubanos, el 1,53% franceses, el 1,34% alemanes, el 1,28% brasileños, el 1,26% argentinos y el 1,10%

mexicanos. Por otra parte, el 84,9% residía en Colombia, el 1,9% en España, el 1,5% en Cuba, el 1,1% en Brasil y 1,1% en Estados Unidos (Celis, 2010). Ahora bien, de los 3.725 colombianos reportados en la plataforma ScienTI, 3.438 (92,2%) residían en Colombia lo cual supone que los doctores nacidos en Colombia residen en su mayoría en el mismo país.<sup>9</sup> En cuanto a los doctores que están en Colombia, el 78% residían en Bogotá, Antioquia y Valle del Cauca. El caso de Bogotá era sobresaliente, pues allí residían el 44% del total de los doctores en Colombia mientras que Departamentos como Guajira, Vichada, Casanare y Putumayo, entre otros, no registraron doctores (ver Gráfica 37).

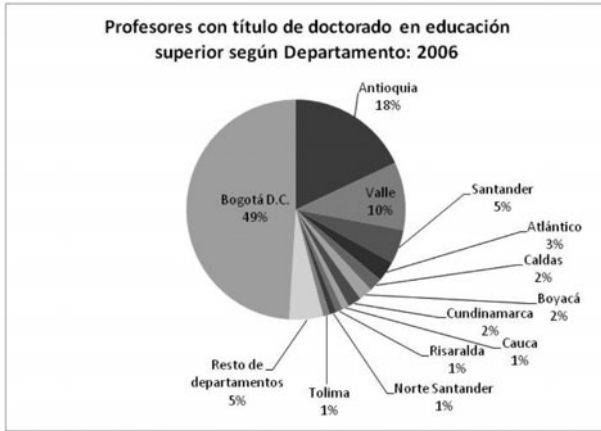


Fuente: CvLac y GrupLac (2008) (Consultada julio 2008)

**Gráfica 37: Doctores según departamento de residencia**

Esta distribución es casi similar cuando se analiza la distribución regional de los profesores con título de doctorado para el año 2006. El 49% de los profesores, según información del SNIES, residía en la ciudad de Bogotá, un 18% en Antioquia y un 10% en el Valle (ver Gráfica 37). Esta distribución tanto de doctores como de profesores tiene relación con el número de graduados de doctorado según Departamento como se mostrará ulteriormente.

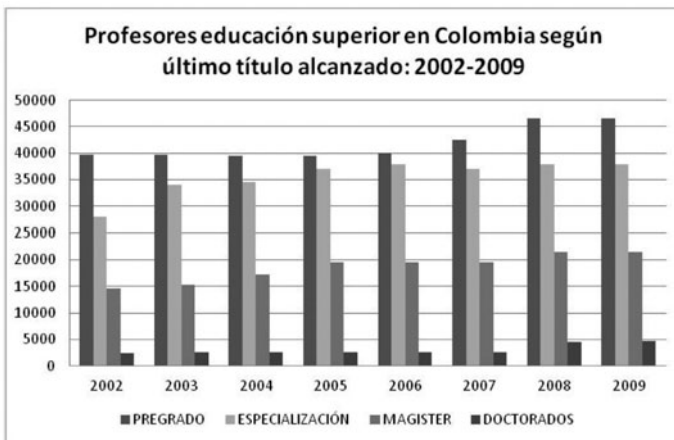
<sup>9</sup> Para el caso de la nacionalidad en el año 2008, el número de doctores que reportaron información en la Plataforma ScienTI fueron 4.909. En cuanto a la residencia, este número fue de 4.088.



Fuente: SNIES (2012)

**Gráfica 38: Profesores con título de doctorado en educación superior según departamento**

A pesar de que un porcentaje importante de los doctores están en las universidades, cuando se analiza la composición de los profesores colombianos según máximo título alcanzado, se encuentra que un número significativo tenían pregrado y especialización mientras que un número reducido ostentaba el título de doctorado. Esta tendencia se ha mantenido casi estable desde el año 2002 (ver Gráfica 39).



Fuente: SNIES (2011)

**Gráfica 39: Profesores educación superior en Colombia según último título alcanzado**

Para el año 2009, el 42% de los profesores tenía título de pregrado y un 35% especialización (el 77% del total de profesores) mientras que tan solo un 4% doctorado (ver Gráfica 40).



Fuente: SNIES (2011)

**Gráfica 40: Profesores educación superior según último título alcanzado**

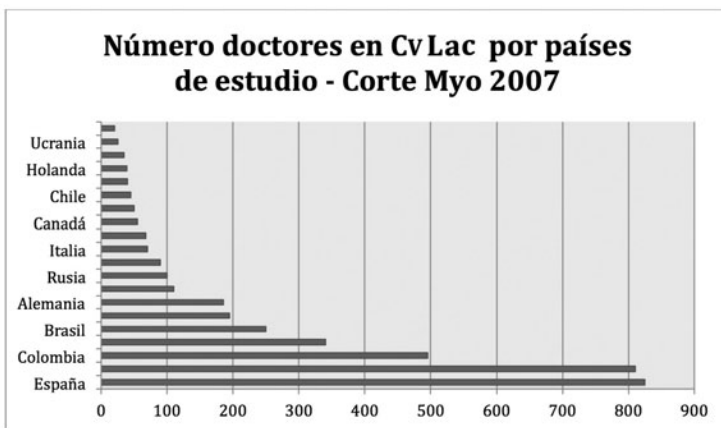
Este porcentaje de profesores con título de doctorado es muy inferior cuando se compara con países como China que para el 2006 registró un 10% de los profesores con este grado de escolaridad (ver Gráfica 41). En China este aumento se debió a la expansión en programas y número de graduados de doctorado por año. En el caso colombiano se registra un fenómeno parecido, pero como se mostrará más adelante el esfuerzo institucional y social no se ha traducido en una masificación sobresaliente de los programas de doctorado, ni en un aumento de graduados de doctorado lo cual es una debilidad estructural del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y requiere de parte del Estado inversiones ingentes para superar este atraso.



Fuente: Shi, Ma, and Natsume 2009, p. 244)

**Gráfica 41: Porcentaje de profesores con título de doctorado sobre el total de profesores en China 1990- 2006**

En relación con el país en el cual los doctores obtuvieron el título respectivo con información de 2007, se encuentra que el país con más representación era España (830), luego Estados Unidos (810) y muy de lejos Colombia (499), Francia (340), Brasil (251), Gran Bretaña (197), Alemania (191), México (130) y Rusia (109) (Rubio et al., 2007)(ver Gráfica 42).



Fuente: Rubio et al. (2007)

**Gráfica 42: Número de doctores en CvLac por principales países de estudio**

De acuerdo con la información de la Plataforma Scienti para el año 2009, de los 5.017 investigadores con formación doctoral vinculados a grupos de investigación, la distribución de doctores según categoría de los grupos de investigación fue la siguiente (ver tabla 18).

Categoría grupo de investigación	Número de doctores adscritos
Grupo A1	501
Grupo A	738
Grupo B	1.290
Grupo C	937
Grupo D	898
Grupo sin clasificar	653

Fuente: (Salazar-Acosta et al. 2011, p. 187)

**Tabla 18: Doctores asociados a grupos de investigación según categoría**

La distribución de doctores vinculados a grupos de investigación según Departamento para el año 2008 fue la siguiente:



Departamento	Número de doctores
Amazonas	24
Antioquia	1.134
Atlántico	214
Bogotá	2.397
Bolívar	112
Boyacá	185
Caldas	321
Caquetá	25
Cauca	111
Cesar	14
Córdoba	67
Cundinamarca	163
Chocó	26
Huila	33
Magdalena	110
Meta	29
Nariño	61
Quindío	41
Risaralda	107
Santander	278
Sucre	10
Tolima	89
Valle	624

Fuente: (Rivera-Torres, Mercy, and Ruiz, 2011, p. 207)

**Tabla 19: Doctores asociados a grupos de investigación según Departamento**

Con información de la Plataforma Scienti para el año 2008, el OCYT hace un análisis sobre la colaboración interdepartamental –denominada en este documento como esquema de colaboración– de acuerdo con el aval institucional otorgado a los grupos de investigación. De los 4.298 grupos activos, 170 de ellos contaban con dos o más instituciones ubicadas en Departamentos diferentes. “[Se encontró] una fuerte colaboración entre Bogotá, D.C., Valle del Cauca, Antioquia, Atlántico y Caldas. Es de resaltar que Caldas comparte avales institucionales con los tres departamentos que tienen el mayor número de grupos activos. Otra relación que se destaca es la de Bogotá, D.C., Magdalena y Atlántico” (Ruiz, Pardo, Usgame, & Usgame, 2011, p. 225). Al realizar este

mismo análisis con los grupos clasificados en A1 y A, 97 grupos tenían este tipo de colaboración, sobre todo entre Antioquia, Bogotá, D.C., Valle del Cauca y Caldas, pero era mucho mayor entre Bogotá y Antioquia. “Se aprecian otras relaciones que merecen atención: Cesar, Boyacá y Bogotá D.C.; Bogotá D.C., Magdalena, Atlántico y Bolívar; Antioquia, Cauca y Nariño. En estos casos, la cercanía de los departamentos parece ser un factor importante, pero no siempre aplica. Por tanto, se requiere un estudio posterior que determine la incidencia de la proximidad en la colaboración interdepartamental” (Ruiz et al., 2011, p. 227).

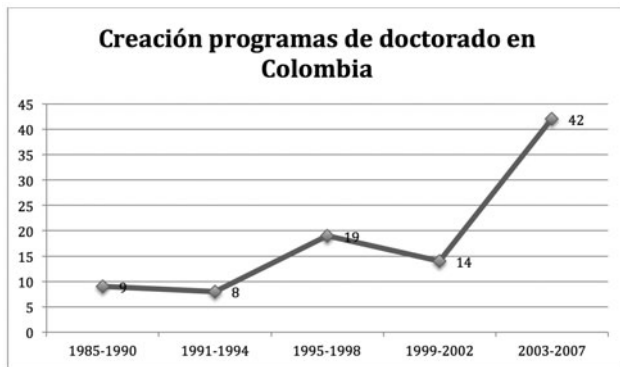
El OCYT al llevar a cabo un análisis de colaboración interdepartamental sobre la producción de los grupos de investigación en el caso de los Departamentos de Antioquia y Valle y Bogotá encontró: “El 52% de la producción de Antioquia es publicada conjuntamente con instituciones de Bogotá, D.C., del Valle del Cauca con el 25%, de Santander con el 12%, y los que en adelante se denominarán Otros departamentos con el 11%. [...] El Distrito Capital tiene el 37% de su producción en colaboración con instituciones de Antioquia, el 30% con Otros departamentos, el 23% con el Valle y el 9% con Santander. La colaboración con Valle y Santander está centrada en temas relativos a ciencias médicas y de la salud, y ciencias naturales. [...] Bogotá, D.C. presenta las mayores relaciones de cooperación con los departamentos del país. Se destaca la colaboración con Caldas, Córdoba, Magdalena y Tolima en temas relativos a las ciencias naturales (43%) y entre estos con instituciones de otros países (44%). [...] Valle del Cauca se caracteriza por tener un poco más de la tercera parte de sus artículos en colaboración con instituciones de Bogotá, D.C. (35%), el 26% con Antioquia y Santander con el 7%, principalmente en temas con mayor afinidad en áreas de ciencias naturales e ingeniería y tecnología. El Valle del Cauca con Santander y Otros departamentos tiene el 32% de la producción en colaboración, principalmente en temas relativos a las ciencias naturales; 52% entre instituciones nacionales y 70% entre instituciones nacionales con extranjeras (Ruiz et al., 2011, p. 241-243).

Estos hallazgos sobre la colaboración interdepartamental pueden constituir un argumento para mencionar que es factible fortalecer las Regiones con menor desarrollo con las que tienen mayores desarrollos mediante esquemas de trabajo colaborativo. Esta dinámica de colaboración ya existe entre los grupos de investigación, ahora el reto radica en hallar las alternativas óptimas para que esta colaboración impacte el sistema de formación doctoral. También es un argumento contundente para justificar la necesidad de pensar esquemas de financiación que estimulan la colaboración entre regiones y que además de fortalecer las capacidades de investigación e innovación de las regiones, haga

posible el fortalecimiento pleno del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación como un todo.

## Programas de doctorado

Durante la última década Colombia aumentó la oferta de formación doctoral: entre los años 2003 y 2007 se crearon 43 programas de doctorado con respecto a 50 entre los años 1986 y 2002 (ver Gráfica 43). Para el año 2012 el país cuenta con 210 programas de doctorado (SNIES, 2012).



Fuente: (Chaparro, 2008)

**Gráfica 43: Creación de programas de doctorado en Colombia**

Este crecimiento se explica gracias al Programa ACCES que lideró COLCIENCIAS durante la década pasada que no solamente permitió aumentar la oferta de programas de doctorado sino el número de estudiantes y graduados de doctorado como se mostrará ulteriormente. Igualmente al aumento de recursos asignados por COLCIENCIAS para realizar estudios de doctorado tanto en el país como en el exterior: se pasó de ejecutar 10.386 millones de pesos en el año 2002 a 101.459 millones en el año 2010 (ver Tabla 20).

Recursos aprobados y ejecutados (\$ millones de pesos corrientes)			
Año	Recursos asignados (1)	Recursos ejecutados (2)	Porcentaje Ejecutado (2)/(1)
2002	10.397	10.386	99,9%
2003	10.662	10.662	100,0%
2004	11.974	11.974	100,0%
2005	15.302	15.302	100,0%

Año	Recursos asignados (1)	Recursos ejecutados (2)	Porcentaje Ejecutado (2)/(1)
2006	16.600	16.600	100,0%
2007	16.900	16.900	100,0%
2008	47.311	47.311	100,0%
2009	47.311	47.311	100,0%
2010	101.459	101.459	100,0%
Totales	280.800	280.789	100,0%

Fuente: COLCIENCIAS (2012)

**Tabla 20: Recursos aprobados y ejecutados para créditos condonables estudios de doctorado-COLCIENCIAS: 2002-2010**

El aumento de los recursos destinados a financiar créditos condonables se traduce en que COLCIENCIAS en el año 2002 asignó 140 créditos y en el año 2010 este número llegó a 453.

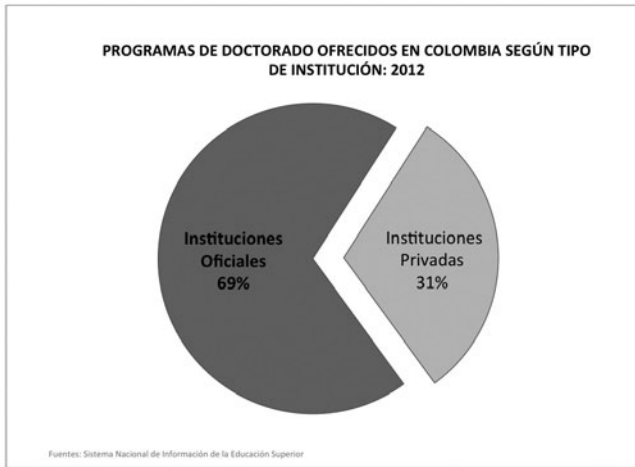
Según región en que se encuentran los programas de doctorado para el año 2012, el 35,25% está en Bogotá, el 25,24% en Antioquia y el 7,14% en el Valle. Estas tres regiones representan el 64,63% del total de programas (ver gráfico 45).



Fuente: (SNIES, 2012)

**Gráfica 44: Programas de doctorado según Departamento: 2012**

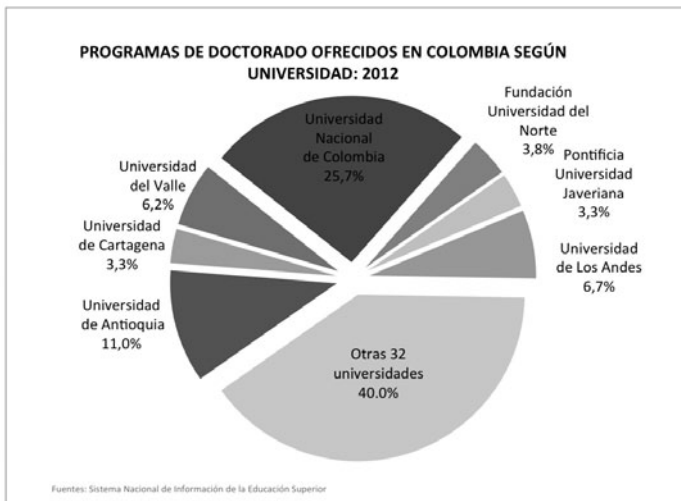
El 69% de los programas de doctorado para el año 2012 son ofertados por instituciones oficiales (ver Gráfica 45).



Fuente: SNIES (2012)

**Gráfica 45: Programas de doctorado ofrecidos en Colombia según tipo de institución: 2012**

En la Universidad Nacional de Colombia se ubican el 25,7% de los programas de doctorado mientras que en la de Antioquia el 11%, en la de los Andes el 6,7% y en la del Valle el 6,2%. Estas cuatro universidades concentran el 49,6% de la oferta de los programas en Colombia para el año 2012 (ver Gráfica 46).

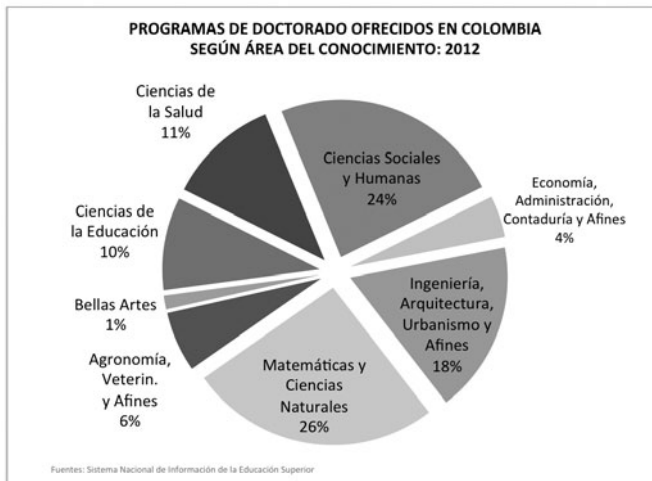


Fuente: (SNIES, 2012)

**Gráfica 46: Programas de doctorado ofrecidos en Colombia según universidad: 2012**

Según información registrada en el DocLac para el año 2009 sobre la distribución de los programas según universidades y ubicación regional se encontró que “[...] el 63% de los programas se encuentran en cinco instituciones de educación superior [...]: Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Antioquia, Universidad de los Andes, Universidad del Valle y Universidad Javeriana; de la cual se deriva que en Bogotá, Antioquia y Valle del Cauca [...] se concentran el 77% de los programas” (Universidad del Rosario, 2010, p. 45).

El 26% de los programas de doctorado para el año 2012 se ubican en el área de las Matemáticas y Ciencias Naturales y el 24% en la de Ciencias Sociales y Humanas. Estas dos áreas representan el 50% del total de los programas. Sin embargo, al sumar las áreas de Ciencias Sociales y Humanas y la de Educación representan el 34% del total de los programas y, en este caso, estas dos áreas junto con la de Matemáticas y Ciencias Naturales tienen un peso porcentual del 60%. Preocupa la baja representación que tienen las áreas de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo (18%) y Ciencias de la Salud (11%). Es crítico el caso del área de Agronomía y Veterinaria con el 6% (ver Gráfica 47).



Fuente: SNIES (2012)

**Gráfica 47: Programas de doctorado ofrecidos en Colombia según área del conocimiento: 2012**

Con información de DocLac para el año 2009 había 2.218 profesores asociados a los programas de doctorado, el 35% pertenecía al área de ciencias sociales y educación, el 22% a ingeniería, el 20% a biotecnología, biología y salud, 15% a ciencias básicas y 8% a ciencias agropecuarias y medio ambiente (Universidad del Rosario, 2010).

Según universidad, de acuerdo con la información del DocLac, “los profesores de los programas doctorales de la Universidad Nacional de Colombia, la cual a su vez es la que posee un mayor número de programas, representa el 26% del total de profesores, seguida por la Universidad de Antioquia (16%) y la Universidad de los Andes (11%)” (Universidad del Rosario, 2010, p. 51). Llama la atención que la Universidad de Los Andes no tiene el mismo volumen de estudiantes y graduados de doctorado con respecto a las Universidades Nacional de Colombia y Antioquia y a pesar de esta situación representó el 11% del total de profesores que están vinculados a programas de doctorado.

Con respecto a los grupos de investigación para el año 2009 se registraron 746 grupos de investigación asociados a los programas de doctorado. “De acuerdo a la clasificación por Programa Nacional de Ciencia y Tecnología, los grupos de investigación que apoyan los doctorados en su mayoría provienen del área de ciencias sociales y humanas (28%), ciencias básicas (23%) y ciencia y tecnología de la salud (10%). Mientras que el mayor número de grupos de investigación afiliados a programas doctorales se encuentran en la Universidad Nacional, Universidad de Antioquia, Universidad del Valle y Universidad de los Andes, las cuales cuentan con el 61,6% de los grupos de apoyo a los doctorados” (Universidad del Rosario, 2010, p. 52).

Programa nacional de ciencia y tecnología	# Grupos Investigación	%
Ciencias Sociales y Humanas	207	28%
Ciencias Básicas	172	23%
Ciencia y Tecnología de la Salud	71	10%
Ciencias del Medio Ambiente y El Hábitat	51	7%
Electrónica, Telecomunicaciones e Informática	51	7%
Estudios Científicos de la Educación	49	7%
Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad	47	6%
Investigaciones en Energía y Minería	32	4%
Ciencia y Tecnologías Agropecuarias	30	4%
Biotecnología	20	3%
Ciencia y Tecnología del Mar	13	2%
No Aplica	3	0,4%
Total	746	100%

Fuente: Universidad del Rosario (2010)

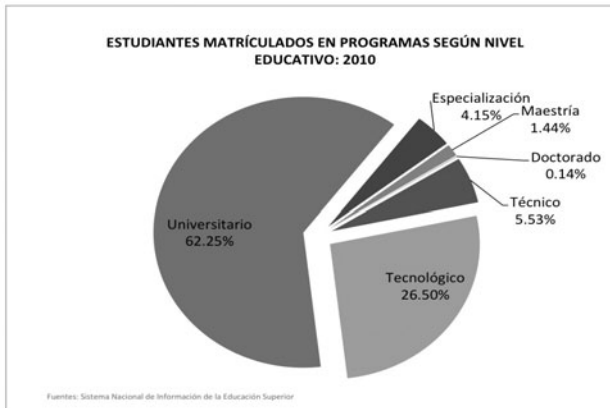
**Tabla 21: Número de grupos de investigación según Programa Nacional de C&T: 2009**

“En esta medida, se observa que los doctorados están apoyados por el 85% del total de los grupos que obtuvieron clasificación A1 por parte de COLCIENCIAS. A pesar de esto, el 40% de los grupos de investigación que apoyan dichos programas están clasificados con categorías inferiores a C, lo que implica que una proporción importante de grupos con poca trayectoria en términos de publicaciones y generación de conocimiento se encuentran apoyando los doctorados. Frente a estos resultados, es importante el hecho de que esta clasificación no es una medida de la reputación de los grupos, sino de las capacidades construidas, que se traducen en productividad científica. De esta manera, el apoyo por parte de grupos de investigación con bajos niveles de productividad a los programas, puede llevar a la generación de ciclos de baja producción científica y desarrollo de capacidades en los estudiantes de doctorado, quienes necesariamente se encuentran directamente relacionados con los grupos de investigación y con la dinámica que se presente al interior de éstos. Los doctorados en las áreas de ciencias básicas y biotecnología, biología y salud se caracterizan por ser apoyados principalmente por grupos de categoría A y A1 y tener participación muy baja de grupos con categorías C, D o no clasificado. Por el contrario, los programas doctorales en Ciencias sociales y educación, reciben apoyo, en una proporción importante, de grupos con categorías bajas, 141 grupos de investigación, que representa el 52% de los grupos que apoyan los doctorados en esta área tienen categoría inferior a B. Incluso, alrededor del 10% de los grupos no tienen clasificación de COLCIENCIAS” (Universidad del Rosario, 2010, p. 55).

### ***Inscritos, matriculados y graduados de programas de doctorado en Colombia***

En el año 2010, el 62,25% de los estudiantes matriculados en la educación superior lo estaban en programas universitarios y tan solo el 0,14% en programas de doctorado que es el nivel que tuvo el menor peso porcentual con respecto al resto de programas que conforman el sistema de educación superior en Colombia (ver Gráfica 48).





Fuente: SNIES, 2012

**Gráfica 48: Estudiantes matriculados en programas según nivel educativo: 2010**

A pesar del bajo peso porcentual, Colombia pasó de tener 59 inscritos (personas interesadas en cursar un programa educativo) para la realización de estudios de doctorado en el año 2000 a 1.209 inscritos en el 2010 (ver Gráfica 49). Lo anterior sugiere que cada vez más las personas tienen interés en realizar estudios de doctorado en Colombia en parte porque ha aumentando la oferta de programas de doctorado y los recursos de COLCIENCIAS para la realización de estudios de doctorado en el país como se mencionó en precedencia.



Fuente: SNIES, 2012

**Gráfica 49: Número inscritos programas de doctorado en Colombia: 2000-2010**

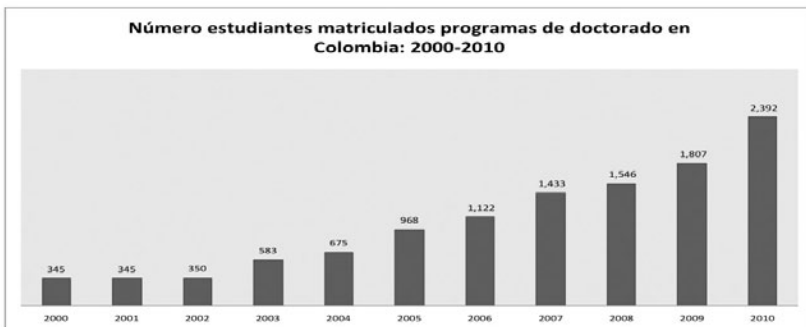
Este aumento de inscritos se refleja en el aumento de estudiantes nuevos (estudiantes que ingresan a primer año) en los programas de doctorado: en el año 2007 se registraron 432 estudiantes nuevos mientras que ese número llegó a 841 en el 2010 (ver Gráfica 50).



Fuente: SNIES, 2012

**Gráfica 50: Estudiantes nuevos programas de doctorado en Colombia: 2007-2010**

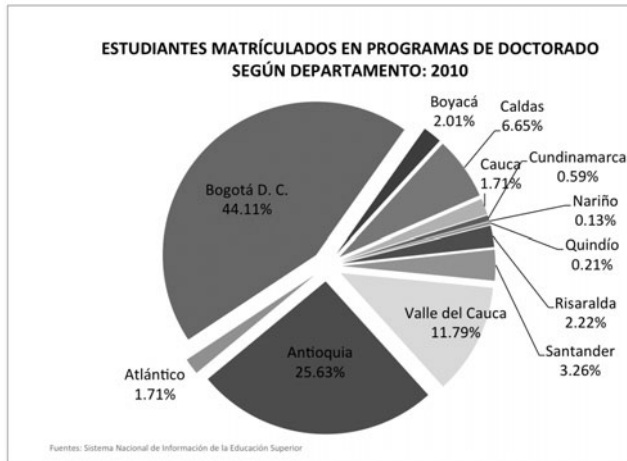
De igual manera, es muy alentador encontrar que el país pasó de 345 estudiantes matriculados en el año 2000 a 2.392 en el 2010 (ver Gráfica 51).



Fuente: SNIES (2012)

**Gráfica 51: Número estudiantes matriculados programas de doctorado en Colombia: 2000-2010**

En el año 2010, el 44,11% de los estudiantes matriculados en programas de doctorado lo estaban en universidades localizadas en Bogotá, 25,63% en Antioquia y 11,79% en Valle. Estas tres regiones representaron el 81,53% del total de estudiantes matriculados (ver Gráfica 52). Este fenómeno se explica porque en estas tres regiones se concentra la mayoría de programas de doctorado y de profesores de doctorado.



Fuente: SNIES (2012)

**Gráfica 52: Estudiantes matriculados en programas de doctorado según Departamento: 2010**

## Graduados de programas de doctorado

Colombia pasó de 28 graduados de doctorado en 2000 a 202 en 2010 (ver Gráfica 53). Estos datos se traducen en que para el año 2000 Colombia tenía 0,72 graduados de doctorado por millón de habitantes y en el 2010 esta relación fue de 4,59.<sup>10</sup>



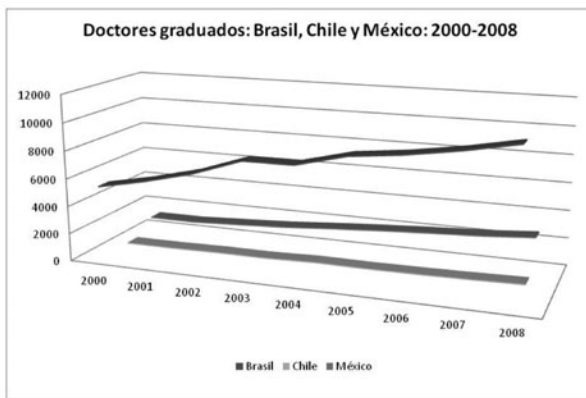
Fuente: SNIES (2012)

**Gráfica 53: Número de graduados programas de doctorado en Colombia: 2000-2010**

<sup>10</sup> Según información del DANE, Colombia en el año 2000 tenía 40.295.563 habitantes y en el 2010 este número ascendió a 45.509.584.

Entre las décadas de los ochentas y los noventas, las universidades colombianas habían otorgado tan solo 88 títulos de doctorado y el 65% fue en Ciencias Básicas y Matemáticas y 28,4% pertenecían al área de Filosofía y Teología (Chaparro, 2008). Esto significa, teniendo en cuenta la información para la primera década de este Siglo, que en Colombia en casi treinta años de historia de los programas de doctorado se han otorgado 1.058 títulos.

Aunque Colombia ha mejorado el indicador de doctores graduados por millón de habitantes como se mencionó en precedencia, sigue siendo bajo cuando se compara con otros países de la Región (ver Gráfico 54). En el 2007 este indicador para Brasil fue de 53, México 18 y Chile 15 (Chaparro, 2008).



Fuente: RICYT (2012)

**Gráfica 54: Doctores graduados Brasil, Chile y México: 2000-2008**

Pero la situación es más crítica cuando se compara con universidades de alto reconocimiento internacional en países como Brasil y Estados Unidos. En el siguiente cuadro se muestra información sobre los títulos de doctorado otorgados por universidades en Brasil y Estados Unidos en el año 2003:

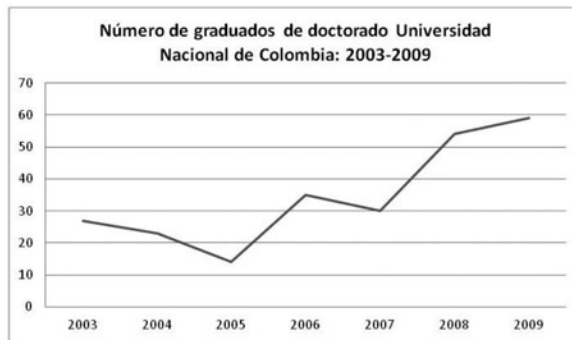
Universidad	Títulos otorgados
Universidad de Sao Paulo	2.180
Universidad de California, Berkeley	767
Universidad de Campinas	747
Noval Southeastern University, Florida	675
Universidad de Texas, Austin	674
Universidad del Estado de Sao Paulo	663

Universidad	Títulos otorgados
Universidad de Wisconsin – Madison	643
Universidad Federal de Rio de Janeiro	653
Universidad de Michigan – Ann Arbor	618
Universidad de Minnesota – Twin Cities	565
Universidad de Illinois – Urbana Champaign	614

Fuente: (Schwartzman 2007, p.144)

**Tabla 22: Número de títulos de doctorado otorgados en el año 2003 en algunas universidad del Brasil y Estados Unidos**

Con la información anterior se puede decir que la Universidad de Sao Paulo solamente en el año 2003 graduó casi el doble de doctores que se han graduado en Colombia durante treinta años. Esta situación se torna más aciaga cuando se compara con el número de graduados de la Universidad Nacional de Colombia, la universidad pionera en y con más programas de doctorado de Colombia, en la cual se encuentra que no ha podido graduar más de cien estudiantes de doctorado por año (ver Gráfica 55).



Fuente: UNC (2010):65

**Gráfica 55: Número de graduados de doctorado Universidad Nacional de Colombia: 2003-2009**

China ha hecho esfuerzos importantes por fortalecer el sistema de formación doctoral y los resultados alcanzados son elocuentes y hace que la situación en Colombia sea más preocupante aún (ver Tabla 21). “La educación doctoral inició en China en 1981. El total de títulos de doctorado otorgados se incrementó de 19 en 1983 a 18.625 en 2003” (CaiLiu, 2007, p. 55) y este número llegó en 2007 a 41 mil. En el caso de la India para el periodo 2001-2002 se otorgaron 11.450 títulos de doctorado con respecto a 6.080 para el periodo 1981-1982 (Iniderasan, 2007).

Títulos otorgados	1983	1988	1993	1998	2003
Filosofía, historia y literatura	2	156	121	546	1.580
Ciencias sociales (incluyendo derecho y administración)	0	93	171	800	3.094
Ciencias básicas	12	510	584	2.246	3.580
Ingeniería	4	704	756	3.250	6.242
Medicina	1	157	406	1.240	3.073
Agricultura	0	62	76	416	742
Otras áreas	0	0	0	20	314
Total	19	1.682	2.114	8.518	18.625

Fuente: (CaiLiu 2007, p. 55)

**Tabla 23: Número de títulos de doctorado otorgados entre 1983- 2003 en algunas universidades en China**

La comparación con Estados Unidos es más desalentadora que las precedentes. Colombia en toda su historia no ha podido graduar el número de doctores que alcanzó Estados Unidos en 1957 y está muy lejos de lograr el número alcanzado por este país en 2009 (ver Gráfica 56).



Fuente: NSF (2010)

**Gráfica 56: Títulos de doctorado otorgados en Estados Unidos: 1957-2009**

Para el periodo 2001-2009, el 43% de los graduados en Colombia obtuvo el título en la ciudad de Bogotá. Los Departamentos de Antioquia y Valle exhibieron una representación entre el 23% y el 22% respectivamente del total, lo cual significa que al sumar estos Departamentos con Bogotá, el 88% de los graduados de doctorado provienen de estas tres regiones (ver Gráfica 57). Es preocupante que de los 33 Departamentos que tiene Colombia solamente en 6 de ellos (18%) se hayan registrado graduados de doctorado.



Fuente: OLE (2010)

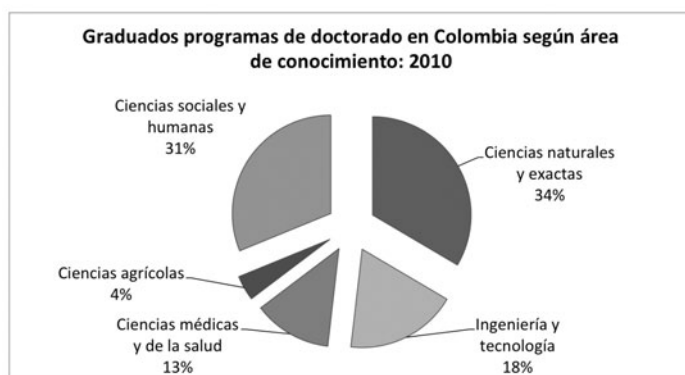
**Gráfica 57: Doctores graduados según departamento: 2001-2009**

En el año 2009, se exhibió el siguiente comportamiento en cuanto a graduados de maestría y de doctorado en Colombia:

De los 4.276 magísteres (Salazar-Acosta et al., 2011, p. 36), la distribución por Departamentos fue la siguiente: En Bogotá se graduaron el 54,1%, en Antioquia el 15,8% y en el Valle el 11,2%. Entre Bogotá, Antioquia y Valle representaron el 81,3% del total de los graduados de maestría (Salazar-Acosta et al., 2011, p. 37). En cuanto a los doctores, de 152 graduados (Salazar-Acosta et al., 2011, p. 36), en Bogotá se graduaron el 42,7%, en Antioquia el 25,6% (39) de los doctores y en el Valle el 24,3%. Entre Bogotá, Antioquia y Valle representaron el 92,7% del total de graduados de doctorado (Salazar-Acosta et al., 2011, p. 37).

En el año 2010, de los 208 graduados de doctorado, 98 (47%) obtuvieron el título en la ciudad Bogotá, 57 (27%) en Medellín y 23 (11%) en Cali. Significa entonces, que en estas tres Regiones se graduaron el 85% (178) de los doctores (Salazar-Acosta et al., 2011, p. 44).

De los 700 doctores graduados entre los años 2006 y 2010, 37,5% pertenecían al área de Ciencias naturales y exacta, 20% a Ingeniería y tecnología, 8,8% a ciencias médicas y de la salud, 5,8% a ciencias agrícolas y 27,7 a ciencias sociales y humanas (Salazar-Acosta et al., 2011, p. 48). Para el año 2010, la participación porcentual se presenta en la Gráfica 58:



Fuente: (Salazar-Acosta et al. 2011, p. 48)

**Gráfica 58: Graduados programas de doctorado en Colombia según área de conocimiento: 2010**

El 82% de los graduados obtuvo el título en una universidad pública. Esta situación se explica si se tiene en cuenta que en la década pasada la mayoría de programas de doctorado eran ofertados por las universidades públicas, que además dieron origen al sistema de formación doctoral en Colombia (Rubio et al., 2007). Con información del DocLac a 2009, “el 69% del total de egresados provienen de tres instituciones: Universidad Nacional, Universidad del Valle y Universidad de Antioquia” (Universidad del Rosario, 2010, p. 49). En la siguiente tabla se muestra el número de graduados de doctorado según universidad con base en la información del DocLac:

Universidad	N	%
Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá–	208	34%
Universidad del Valle	130	21%
Universidad de Antioquia	88	14%
Pontificia Universidad Javeriana	47	8%
Universidad Pontificia Bolivariana –Sede Medellín–	42	7%
Universidad Industrial de Santander	25	4%
Universidad de los Andes	24	4%
Universidad de Manizales	20	3%



Universidad	N	%
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia–Sede Tunja–	19	3%
Universidad del Cauca	11	2%
Universidad de Cartagena	1	0,2%
Universidad Pedagógica Nacional	1	0,2%
Total	616	100%

Fuente: (Universidad del Rosario 2010, p. 50)

**Tabla 24: Doctores graduados según universidad**

## Créditos condonables de COLCIENCIAS para realización de estudios de doctorado

Entre los años 2000 y 2010, las diferentes agencias que financiaron estudios de doctorado otorgaron 2.946 becas (Salazar-Acosta et al., 2010; Salazar-Acosta et al., 2011) (ver Gráfica 59). En el año 2000 tan solo se otorgaron 50 becas mientras que en el 2010 este número llegó a 688 (Salazar-Acosta et al., 2011). Este aumento se debe al interés de fortalecer el capital humano con doctorado para mejorar las capacidades de investigación e innovación del país.

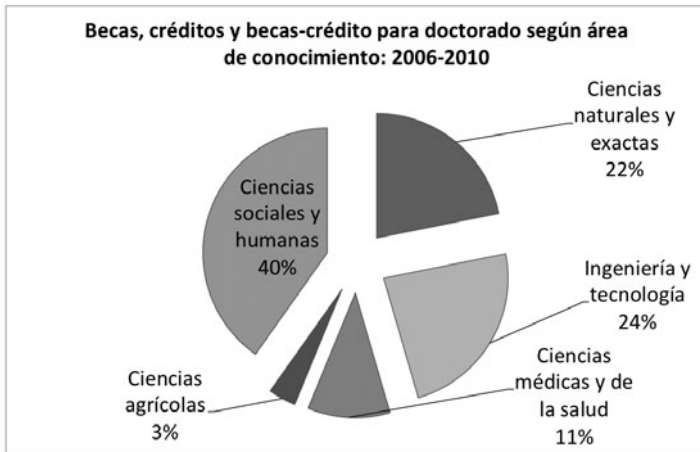


Fuente: (Salazar-Acosta et al., 2010); Salazar-Acosta et al. (2011)

**Gráfica 59: Becas, créditos y becas-créditos para doctorado: 2000-2010**

De las 2 mil becas, créditos y becas-créditos otorgadas en Colombia para realizar estudios de doctorado entre los años 2006 y 2010, 1.210 (60%) fueron otorgadas por Colciencias (Salazar-Acosta et al., 2011, p. 62) convirtiéndose así en el principal financiador de estudios de doctorado en Colombia.<sup>11</sup>

Según área de conocimiento, se encuentra la siguiente distribución por áreas de conocimiento para el periodo 2006-2010 (Salazar-Acosta et al., 2011, p. 63).

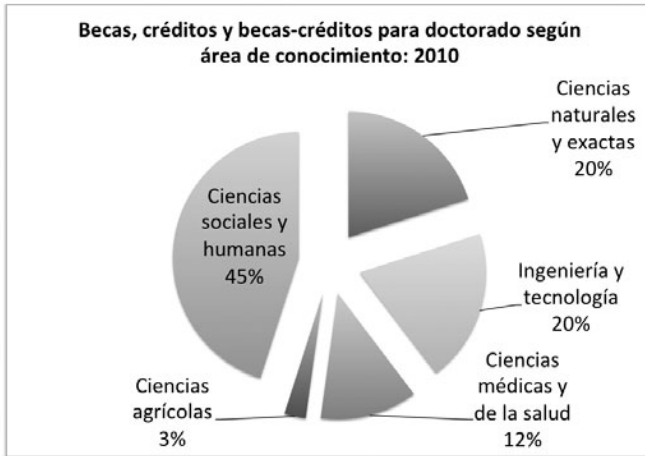


Fuente: (Salazar-Acosta et al. 2011, p. 63)

**Gráfica 60: Becas, créditos y becas-créditos para doctorado según área de conocimiento: 2006-2010**

Para el año 2010, la distribución por área de conocimiento fue la siguiente para 688 becas (Salazar-Acosta et al., 2011, p. 36):

<sup>11</sup> De acuerdo con los resultados de las encuestas hechas a estudiantes y egresados de doctorado por parte de la UR en el año 2009, el 61% de los individuos encuestados manifestó que recibieron financiación mediante el Programa ACCES. “Por áreas del conocimiento, el financiamiento de ACCES ha apoyado en su mayoría a estudiantes de las áreas de ingeniería (34%), ciencias básicas (28%) y Biotecnología, Biología y Salud (21%)” (UR, 2010: 71). Resulta interesante mencionar es que “el 49% de la población encuestada respondió haber aplicado a la beca-crédito para programas nacionales de Colciencias. Aquellos que no aplicaron aluden como razones principales que contaban con un financiamiento alternativo (48%) y no cumplir con los requisitos de la convocatoria (38%). Específicamente, consideran que el requisito de la edad y las condiciones del crédito son los aspectos de mayor limitación para aplicar a la beca. De la población que aplicó a la beca-crédito, el 76% le concedieron la beca (414 individuos) de los cuales el 95% aceptó y legalizó la beca” (Universidad del Rosario, 2010).



Fuente: (Salazar-Acosta et al. 2011, p. 63)

**Gráfica 61: Bajas, créditos y bajas-créditos para doctorado según área de conocimiento: 2010**

De las 2 mil becas para el periodo 2006-2010, el 37,2% fue para realizar estudios de doctorado en el país y 62,7% en el exterior (Salazar-Acosta et al., 2011, p. 64). En el año 2010, el 33,5% fue en el país y fue del 66,4%.

Desde el año 1992 hasta el 2011, Colciencias ha otorgado 3.485 créditos condonables y el comportamiento por año se muestra en la gráfica 62 en la cual se evidencia un incremento en los últimos años:

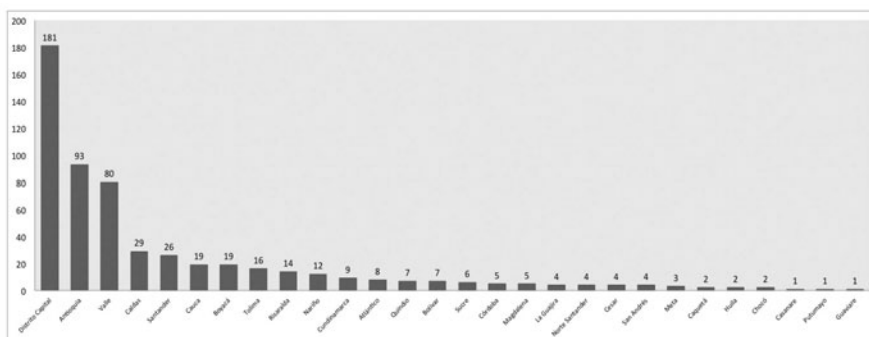


Fuente: Elaborado a partir de Base de datos COLCIENCIAS, 2011

**Gráfica 62: Créditos condonables otorgados por COLCIENCIAS: 1992-2011**

De los 3.485 créditos condonables, 1.941 (55%) fueron para cursar estudios en el exterior y 1.455 (44%) en el país. No sobra advertir que COLCIENCIAS es la única entidad que financia estudios en Colombia y es por este tipo de financiación es que las universidades cuentan con estudiantes de doctorado y el país con un sistema de formación doctoral.

De acuerdo con información de las convocatorias para realizar estudios de doctorado en el país como en el exterior en el año 2011, se encuentra que de los 564 beneficiarios el 32,1% residía en Bogotá, 16,5% en Antioquia y 14,2 en el Valle. El número de créditos condonables por Departamento se muestra en la Gráfica 63:



Fuente: Elaborado a partir de Base de datos COLCIENCIAS, 2011

**Gráfica 63: Créditos condonables otorgados por COLCIENCIAS según Región: 2011**

## Doctores en el sector empresarial

Según nivel educativo de los graduados en Colombia, los que obtuvieron el nivel de doctorado tienen el mayor porcentaje de graduados vinculados al sector formal de la economía: para el periodo 2001-2009 llegó a una tasa del 94%. En consecuencia, tener título de doctor aumenta las posibilidades para que un individuo esté en el sector formal como empleado (OLE, 2010).

Esta información es consistente con la tasa de empleo alcanzada en el marco de los Programas denominados BID II y BIB III de Colciencias en la década de los noventa. Los becarios tardaron tan solo tres meses en obtener un empleo y con información a 2004, el 82% de ellos ya estaba vinculado a una institución del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (BOT-TECNOS, 2006, p. 93-95). Igual situación se encontró en la evaluación hecha al Programa ACCES en el componente de doctorados: “Finalmente, el 75% de los egresados

consiguió o tenía trabajo antes de finalizar su doctorado, mientras que menos del 3% se tardó más de 12 meses. Esto indica una tasa muy alta de absorción por parte del mercado laboral. Por áreas del conocimiento, se destaca que los doctorados de ciencias sociales y educación la vinculación inmediata asciende al 98%. Adicionalmente, el 56% de la población se vincula laboralmente con la misma institución que los avaló ante la entidad de financiamiento” (Universidad del Rosario, 2010, p. 88). En parte este fenómeno es explicable si se tiene en cuenta que en algunas universidades del país, principal destino de los doctores, se estipuló el título de doctor como un requisito para ingresar a la carrera docente y también a la exigencia de retornar a la institución que había avalado y patrocinado en parte al candidato durante su periodo de estudios.

El 48% de los graduados de doctorado trabaja en el sector de la educación en instituciones de educación superior: no hay graduados laborando siquiera en la educación media o secundaria. Los demás sectores no tienen una participación porcentual significativa. Sin embargo a un 42,1% de graduados que no han sido clasificados según sector, pero a manera de hipótesis se puede afirmar que el peso relativo por sector no cambiará drásticamente la distribución actual (OLE, 2010) (ver Tabla 25). Debido a que las universidades no habían creado programas de doctorado en ciertas especialidades, en la década pasada Colombia no tuvo ningún graduado en los sectores de la pesca, suministros de electricidad, gas y agua, transporte, almacenamiento y comunicaciones, sectores que se consideran fundamentales para el desarrollo del país y que están alienados con los sectores de talla mundial definidos por el Estado (DNP, 2008).

Sector	%
Educación	48,86%
Actividades inmobiliarias de alquiler y empresariales y de alquiler	3,34%
Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	2,11%
Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	1,41%
Intermediación financiera	0,70%
Servicios sociales y de salud	0,70%
Explotación de Minas y de Salud	0,35%
Construcción	0,18%
Administración pública y defensa; seguridad social de afiliación obligatoria	0,18%
Sin dato	42,18%

Fuente: OLE (2010)

**Tabla 25: Doctores graduados en Colombia según sector de la economía: 2001-2009**

En cuanto a las actividades que realizan los beneficiarios del Programa ACCES, la UR encontró que el 41% de las actividades están relacionadas con docencia. El área de ingeniería según la UR es la única que reporta actividades empresariales y tecnológicas (3%), pero este 3% palidece ante el 55% que están dedicados a actividades de docencia (Universidad del Rosario, 2010)(ver Tabla 26).

Área conocimiento doctorado	Actividades Administrativas	Actividades científicas	Actividades docencia	Actividades empresariales	Actividades Tecnológicas	Diseño e implementación políticas públicas
Ciencias Básicas	0%	48%	47%	0%	3%	0%
Sociales y Educación	18%	21%	61%	0%	0%	0%
Biotecnología, Biología y salud	0%	51%	46%	0%	0%	3%
Agropecuarias y Medio Ambiente	13%	38%	50%	0%	0%	0%
Ingenierías	7%	31%	55%	3%	3%	0%

Fuente: Universidad del Rosario (2010)

**Tabla 26: Distribución de los egresados por actividad laboral principal**

En términos de salarios promedios para trabajadores dependientes en 2009, se encuentra en Colombia que los graduados con título de doctorado devengan mucho más que el resto de los graduados de otros niveles educativos: hay una relación entre máximo nivel educativo alcanzado y salario promedio (OLE, 2010). El salario promedio de un graduado con doctorado al mes fue de \$5.337.840,00. Al analizar los salarios promedios según sexo en 2009, se encuentra que los hombres ganaron en promedio más que las mujeres: mientras los hombres ganaron \$5.563.452,00, las mujeres ganaron \$4.848.098,00, registrándose una diferencia cercana a los \$716.000,00. Los graduados de universidades públicas ganaron en promedio más que los egresados de las privadas en 2009: mientras los graduados de las públicas ganaron \$5.420.825,00, los de las privadas ganaron \$4.924.827,00 siendo la diferencia casi \$496.000,00 en 2009. Es importante anotar por otra parte, que los graduados de universidad públicas tienen un porcentaje mayor de vinculación al sector formal al compararlos con los graduados de las privadas: los de las públicas alcanzaron para el periodo 2001-2009 un porcentaje del 95%, un punto porcentual por encima del promedio para los graduados de doctorado en Colombia, mientras los de las privada tuvieron un 91%.

De acuerdo con el sector económico, exceptuando los graduados sin datos, el sector en el cual ganaron más los doctores fue el de explotación de minas y canteras seguido del sector de la educación (ver Tabla 27). Sin embargo hay que matizar estos datos porque solamente se registraron 2 graduados en el sector de minas y canteras mientras que en educación hubo 278.

Sector	Salario promedio
Explotación de Minas y Canteras	\$5.488.578
Educación	\$5.042.976
Intermediación financiera	\$4.673.498
Actividades Inmobiliarias de Alquiler y empresariales y de alquiler	\$4.375.846
Agricultura, ganadería, Caza y Silvicultura	\$4.367.083
Administración pública y defensa; seguridad social de afiliación obligatoria	\$4.330.000
Servicios Sociales y de Salud	\$3.592.500
Otras Actividades de Servicio Comunitario, Sociales y Personales	\$3.315.500
Sin dato	\$5.920.011

Fuente: OLE (2010)

**Tabla 27: Salario promedio doctores graduados según sector de la economía: 2009**

Con información reportada por el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología a partir de las dos Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT III y EDIT IV) información que corresponde al periodo 2005-2008 (Salazar-Acosta et al., 2011, p.148), se encontró que las empresas en cuanto a niveles de innovación tienen el siguiente comportamiento:<sup>12</sup>

Empresa según grado de innovación	EDIT III	EDIT IV
No innovadoras	57,12%	56,83%
Potencialmente innovadoras	9,16%	5,34%
Innovadores en sentido amplio	21,91%	33,24%
Innovadoras en sentido estricto	11,81%	4,59%

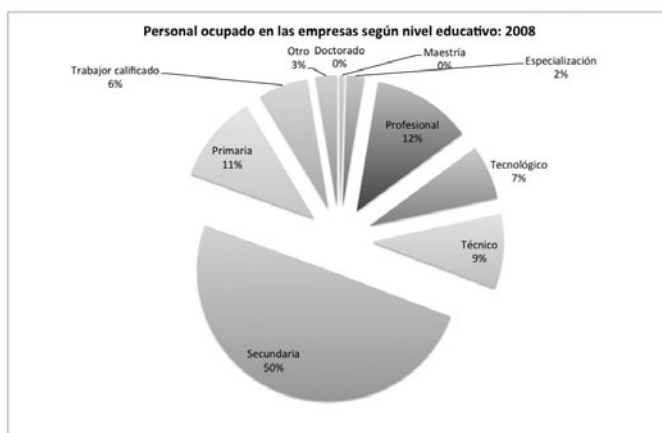
Fuente: (Salazar-Acosta et al., 2011, p.152)

**Tabla 28: Empresas según nivel de innovación: EDIT III y EDIT IV**

<sup>12</sup> “La EDIT III provee información para 6.080 empresas (de una población de 6.957) mientras que la EDIT IV para 7.683 empresas (de una población de 8.654). Entre las dos encuestas se tiene información de 8.238 empresas únicas, de las cuales el 64.01% contestaron tanto la EDIT III como la EDIT IV” (OCYT, 2011: 148).

No deja de preocupar y se deben indagar las razones por las cuales se redujo de manera considerable el porcentaje de empresas consideradas como innovadoras en sentido estricto.

De los 693.995 personas que reportaron información en la EDIT IV, el 0,06 tenían doctorado (Salazar-Acosta et al., 2011, p.158).



Fuente: (Salazar-Acosta et al., 2011):158

**Gráfica 64: Personal ocupado en las empresas según nivel educativo: 2008**

De los 471 doctores, 129 (27%) de ellos participó en actividades de desarrollo e innovación tecnológica (Salazar-Acosta et al., 2011, p. 158).

De los 471 doctores, 336 (71%) laboraban en empresas grandes (Salazar-Acosta et al., 2011, p. 158) (ver Tabla 29).

Tamaño de la empresa	Número de doctores
Pequeña	64
Mediana	71
Grande	336
Total	471

Fuente: (Salazar-Acosta et al., 2011, p.158)

**Tabla 29: Doctores según tamaño de la empresa: 2008**

De los 471, tan solo 59 (12%) doctores laboraban en empresas consideradas como innovadoras en sentido estricto mientras 186 (39%) lo hacían en empresas consideradas como no innovadoras (Salazar-Acosta et al., 2011, p.159).



Grado de innovación	Número de doctores
Innovadoras en sentido estricto	59
Innovadoras en sentido amplio	206
Potencialmente innovadoras	20
No innovadoras	186
Total	471

Fuente: (Salazar-Acosta et al., 2011, p.159)

**Tabla 30: Doctores según tipo empresa: 2008**

Con información al año 2005 sobre el personal ocupado en las empresas en la Región Cundinamarca y Bogotá, de las 211.012 personas que reportaron las empresas el 0,1% tenía título de doctorado, 0,1% maestría, 1% especialización y 7,8% eran profesionales: el 56,6% tenía nivel secundario (Malaver & Vargas, 2006). Este fenómeno fue muy parecido al que se registró en el Eje Cafetero en el año 2004 en el cual solamente el 0,01% del personal ocupado tenía doctorado, 0,08% maestría y un 1% especialización mientras que el 39% tenía secundaria y el 30% primaria. El personal con formación de posgrado solamente representó el 1,5% del total de las personas ocupadas en el Eje Cafetero (UTP et al., 2008).

De los 4.515 personas ocupadas con título de posgrado en la Región Cundinamarca y Bogotá, el 2,8% tenían doctorado, 12,3% maestría y 84,8% especialización (Malaver & Vargas, 2006). Significa entonces, que la participación porcentual de los doctores para el caso de los empleados con posgrado sigue siendo muy baja.

En el caso del personal ocupado, de acuerdo con los datos de la EDIT III-2006, se registró la siguiente distribución según áreas funcionales: 66,1% estaba en la producción, 15,8% en administración, 13,2% en el departamento de ventas y comercialización y el 4,9% laboraba en otros departamentos (calidad, diseño, ingeniería e investigación y desarrollo) (DANE et al., 2010, p.10).

De los 211.012 personas ocupadas en la Región Cundinamarca y Bogotá, 0,9% (1.989) se desempeñaba en el área de I+D mientras que el 67,5% (142.455) lo hacía en la de producción. Sorprende que los empleados con secundaria (16%) se desempeñarán más en el área de I+D que los que tenían doctorado. En términos de las áreas en las cuales se desempeñaban los doctores en las empresas en la Región Cundinamarca y Bogotá, se encontró que el 61,4% lo hacía en el área de administración y el 38,5% en la de producción. Cuando se compara las actividades que hacen los magisteres, se encuentra que el

10,2% realizaban actividades de I+D y lo mismo sucede con los especialistas y profesionales: 6,0% y 6,3% respectivamente.

## **Experiencia de COLCIENCIAS con la inserción de doctores**

Para el año 2011, COLCIENCIAS se propuso como meta financiar subvenciones salariales para insertar 15 doctores en empresas con miras a que ellos desarrollaran proyectos de I+D en las mismas con una duración entre 12 y 36 meses (Celis, 2010; COLCIENCIAS, 2011b).

Los resultados fueron que se asignaron 29 subvenciones. Este aumento se debe a que además de los recursos del Banco Mundial se obtuvieron recursos de la Nación que ascendieron a casi 9.200 millones de pesos de los cuales el 63% provenían de la Nación.

En cuanto a las empresas beneficiarias, el 75% estaba ubicada en el área de ingeniería y el 41% localizadas en la ciudad Bogotá. El 79% de los doctores eran hombres.





# **CAPÍTULO V**

**Imaginarios, percepciones  
y creencias del sector  
empresarial y académico  
sobre el mercado de trabajo  
de los doctores en Colombia**



**E**n este capítulo se hace un análisis, descripción y sistematización de los resultados obtenidos del trabajo de campo hecho con empresarios y estudiantes, graduados y profesores de programas de doctorado en el área de ingeniería (sector académico) en Colombia. Para el caso de los empresarios se optó por realizar entrevistas semi-estructuradas mientras que al sector académico se aplicó una encuesta tipo preguntas abiertas y cerradas para cada grupo.

En este capítulo primero se presenta una descripción sucinta de la metodología utilizada para recolectar la información respectiva tanto de empresarios como de sector académico. Posteriormente se analizan y describen los imaginarios, percepciones y creencias que empresarios y sector académico tienen sobre el rol que desempeña un doctor en la sociedad, academia y empresa, por un lado, y, por otro, la manera en que el sector académico percibe el sector empresarial como potencial destino de los doctores.

## **Las entrevistas a empresarios y las preguntas abiertas al sector académico**

Se realizaron entrevistas a cinco empresarios provenientes de empresas consideradas como grandes empresas según la clasificación dispuesta en Ley 905 de 2004 (Congreso de la República de Colombia, 2004). Se optó por este tipo de empresas toda vez que según la EDIT IV de los 471 doctores registrados en dicha encuesta, 336 (71%) laboraban en grandes empresas (Salazar-Acosta et al., 2011, p.158).

El objetivo de las entrevistas fue identificar las percepciones que tenían los empresarios sobre la innovación en general y en el sector empresarial en particular, incluidos los procesos para innovar, el rol de los doctores en la sociedad y las principales limitaciones para insertar un doctor en las empresas. Las entrevistas tuvieron una duración promedio entre una hora y treinta minutos y dos horas y se realizaron durante el año 2011.

Aunque la muestra utilizada no fue representativa, muchas de las percepciones identificadas son un insumo para establecer tendencias o puntos en común sobre aquellos aspectos que definen la innovación en el sector empresarial y la manera en que los doctores podrían contribuir a aumentar no sólo la capacidad de innovación sino de competitividad de las empresas.

Este análisis se complementa y contrasta con la información que fue diligenciada por estudiantes, graduados y profesores de programas de doctorado en la parte correspondiente a las preguntas abiertas en la encuesta. De esta manera, se tiene un espectro comprehensivo de las percepciones tanto de empresarios como de los actores más representativos del sector académico sobre la innovación y la inserción de doctores.

Para el análisis de las entrevistas se utilizó la herramienta de mapas mentales (MindNode) con el fin de organizar las percepciones, imaginarios, valoraciones y representaciones que los entrevistados tienen sobre los aspectos antes mencionados. Es importante aclarar que la presentación del análisis mediante los mapas mentales no supone una organización jerárquica o de importancia de las percepciones identificadas en las entrevistas (Comber & Lorraine, 2010). Se pretende, más bien, mostrar todas las percepciones que los entrevistados tienen sobre un fenómeno como la inserción de doctores en el sector empresarial lo cual supone que en ciertas dimensiones del análisis hay coincidencias en las percepciones y en otros no. Por esto, no se hizo un análisis de frecuencia o representatividad de las percepciones recurrentes de los entrevistados sino que se decidió incluir el mayor número de percepciones posibles así algunas de ellas fueran mencionadas una sola vez por alguno de los entrevistados, de tal manera que se lograra una exposición de todas las percepciones manifestadas por los entrevistados. Así se aprovechó todo el material recolectado durante el trabajo de campo para tener las percepciones y visiones completas de la inserción de doctores. En estudios e investigaciones posteriores, la información aquí analizada es un insumo de partida para definir nuevos problemas de investigación y elaboración de instrumentos de recolección de información con miras a continuar profundizando la comprensión que desde los actores del sistema empresarial tienen sobre la inserción de doctores.

Por otra parte, la presentación de las percepciones consignada en los mapas mentales no se hizo de manera literal, en este caso, no se registra una transcripción textual de las palabras expresadas por los entrevistados. Se optó por utilizar categorías o rótulos para poder clasificar el material recolectado durante las entrevistas, de tal manera que se pudiera organizar y hacer una exposición más clara de las percepciones de los entrevistados. Las categorías o rótulos son las que aparecen asociadas a las preguntas que guiaron el análisis de las entrevistas en gran medida.

En el caso de las preguntas abiertas se utilizó SurveyMonkey para recolectar y realizar parte del procesamiento utilizando las capacidades de manejo básico de categorías de este aplicativo. En este caso sí se hizo un análisis de frecuencia

a partir primero de la identificación de categorías y posteriormente del número de veces que fueron mencionadas por estudiantes, graduados y profesores. Se optó por este tipo de análisis porque se contaba con mucha más información y también buscando diferencias entre los tres actores encuestados.

## La encuesta al sector académico

El universo de graduados con doctorado en Colombia se ilustra en la siguiente tabla (Ver Tabla 31):

Graduados en universidades nacionales y extranjeras						Graduados en universidades colombianas
Año	Hombres		Mujeres		Total	
2001	196	71%	82	29%	278	33
2002	217	68%	102	32%	319	32
2003	236	69%	108	31%	344	46
2004	283	70%	119	30%	402	50
2005	294	68%	136	32%	430	48
2006	305	70%	132	30%	437	91
2007	291	67%	144	33%	435	94
2008	324	66%	169	34%	493	134
2009	350	66%	177	34%	527	173
2010	258	65%	136	35%	394	208
2011	1.528	67%	758	33%	2.286	s. i.
Total	4.282	67%	2.063	33%	6.345	909

Fuente: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, consultado: 3 de mayo de 2012. s.i: sin información

**Tabla 31: Graduados de programas de doctorado en Colombia y en el exterior**

Para identificar la población a encuestar se contó con la colaboración de los Decanos de las Facultades de Ingeniería quienes fueron contactados por intermedio de ACOFI mediante sucesivas comunicaciones y recordatorios. Una vez constituida la base de datos de cada uno de los tres grupos, incluidos sus correos electrónicos, se procedió, desde ACOFI a solicitar, vía correo electrónico, completar las encuestas.

Para el diseño, aplicación y procesamiento de la encuesta se utilizó SurveyMonkey en versión profesional.



La Tabla 32 resume el tamaño de las diferentes poblaciones, así como el porcentaje que finalmente contestó la encuesta y la completó. La población de graduados fue la más compleja de contactar, pues un número importante de las direcciones de los correos estaban erradas. Sin embargo, fue a la postre la que mejor respondió al llamado. En contrapartida, el grupo de profesores, fue el que menos respuesta tuvo, si bien se suponía que era el más fácil de contactar.

La encuesta se aplicó en dos procesos, porque cerrado el primer período se encontró que el número de respuestas era muy bajo. Por ello, se hizo un nuevo llamado para responder a la encuesta y se le solicitó a los Decanos colaborar con un nuevo llamado.

Un segundo aspecto fue el alto número de encuestados que no la terminaron. Un examen de la encuesta mostró que la parte faltante en general fue la final en la cual se formularon las preguntas abiertas.

Población	Población identificada	Iniciaron encuesta	%	Respondieron toda la encuesta	%
Graduados	115	45	39%	29	25%
Estudiantes	344	114	33%	82	23%
Profesores	241	61	25%	44	19%
Total	700	220	31%	155	22%

**Tabla 32: Población encuestada**

La Tabla 33 describe la población que finalmente contestó la encuesta de forma parcial o total:

Población	Hombres	Edad (años)	Ciudadanía	Estrato	Máximo escolaridad padre	IES en la cual obtuvo título	País ubicada la IES	Máximo escolaridad padre
Graduados	80%	65% (31-40)	100% (Colombiana)	46,7% (4)	29,5% (Doctorado)	17,2% (U. Andes)	69,7% (Colombia)	34,9% (Secundaria)
Estudiantes	80,7%	60% (24-34)	98,2% (Colombiana)	43,9% (4)	22,1% (Profesional)	17,7% (U. Nal)	72,2% (Colombia)	41,4% (Secundaria)
Profesores	85,2%	42% (40-50)	95,1% (Colombiana)	41% (4)	32,2% (Doctorado)	20% (Otra)	52,5% (Colombia)	32,8% (Secundaria)

**Tabla 33: Caracterización de la población que respondió la encuesta**

Es notoria la presencia mayoritaria de hombres, lo cual no resulta sorprendente si se examina la Tabla 31.

## **Análisis, descripción y sistematización de los resultados del trabajo de campo**

El análisis, descripción y sistematización sobre las percepciones, valoraciones, imaginarios y creencias de los empresarios y sector académico sobre el mercado de los doctores se organizaron alrededor de seis categorías, a saber:

- 1) Percepciones sobre la innovación: ¿Qué es la innovación?
- 2) Percepciones sobre cómo se hace innovación en la empresa
- 3) Percepciones sobre donde están las dificultades para innovar
- 4) Percepciones sobre un doctor
- 5) Percepciones sobre los inconvenientes para insertar un doctor en la empresa
- 6) Percepciones sobre la forma de insertar doctores en la empresa

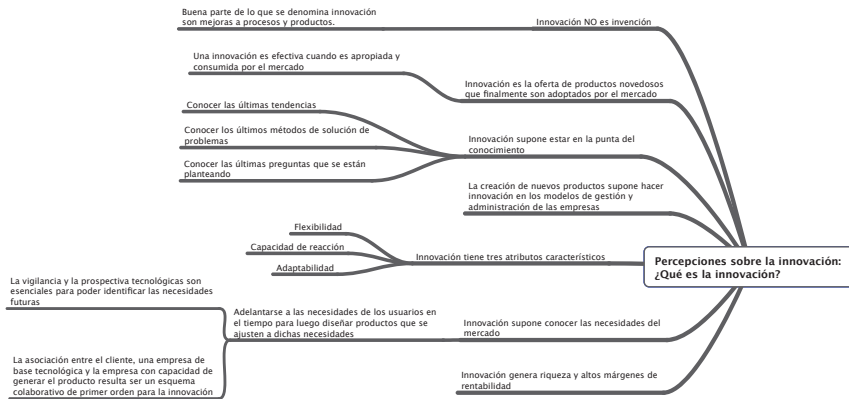
Para cada categoría se hizo un mapa mental buscando mostrar las percepciones que fueron identificadas a partir de las entrevistas por un lado, y, por otro, se muestran gráficas que consignan las frecuencias registradas en las preguntas abiertas de las encuestas. En lo que sigue se muestran los mapas respectivos y las gráficas y se hace un análisis de algunas de las percepciones a renglón seguido con el ánimo de tener una visión más acabada de lo analizado en las entrevistas y encuestas.

Una vez se concluye con la presentación de las categorías se presentan las expectativas subjetivas sobre el mercado de doctores que tiene el sector académico. Se enfatizan tres aspectos: el tipo de tesis doctorales elaboradas (de corte académico o empresarial/industrial), el gusto por el trabajo académico o el gusto por el trabajo empresarial y la ubicación laboral de los graduados.

### **Percepciones sobre la innovación: ¿Qué es la innovación?**

En concordancia con el capítulo I se exploró tanto en las entrevistas con empresarios como en las encuestas a estudiantes, graduados y profesores de programas de doctorado en el país sobre lo que entienden por innovación.

En la Gráfica 65 se muestran las categorías identificadas para el caso de los empresarios:



Fuente: Elaboración propia con base en las entrevistas hechas a los empresarios

**Gráfica 65: Percepción de los empresarios sobre la innovación**

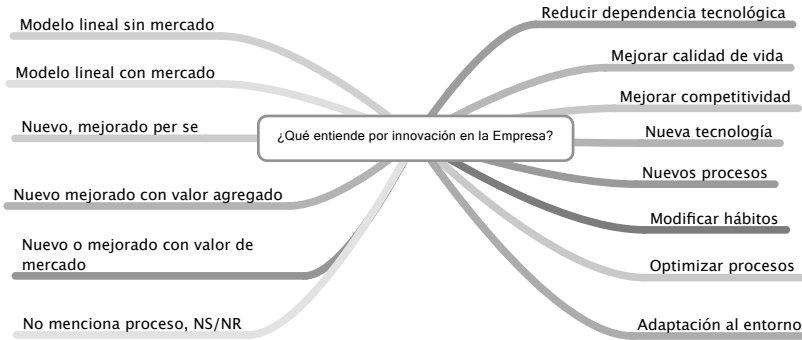
Los empresarios tienen una comprensión del concepto de innovación cercana de lo reportado en el capítulo I, que corresponde a la definición técnica utilizada. En este sentido, se encuentra que la innovación definitivamente no es sólo un asunto de mejora de un producto o un proceso dentro de la empresa o una idea novedosa sino que la innovación es la creación de un producto o servicio o mejora en procesos que finalmente es apropiado por el mercado y como tal la innovación, en esta perspectiva, genera riqueza y altos márgenes de rentabilidad.

Para lograr alcanzar niveles de innovación sobresalientes las empresas deben ser flexibles, con capacidad de reacción y adaptabilidad al cambio. Además, las empresas deben estar en la punta del conocimiento para generar los productos innovadores y tener un conocimiento del mercado.

Un examen a las encuestas en la pregunta relacionada muestra un panorama considerablemente diferente.

La Gráfica 66 muestra las categorías utilizadas para clasificar las respuestas abiertas a la pregunta *¿Qué entiende por innovación en la empresa?* Para el análisis se trabajaron dos conjuntos de categorías diferentes:

- Relacionadas con las concepciones sobre la naturaleza del proceso de innovación (atributos izquierdos)
- Relacionadas con atributos del proceso de innovación (atributos derechos)

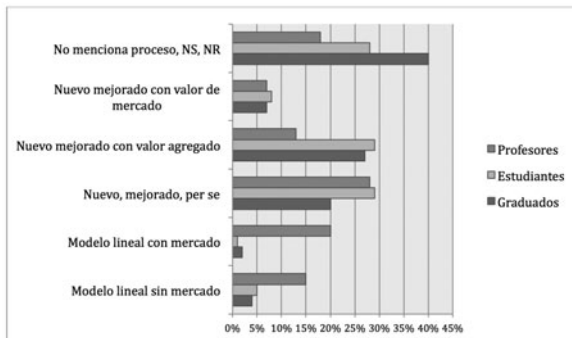


Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 66: Percepciones de los empresarios sobre lo que significa la innovación en la empresa**

Es de anotar que la pregunta se propone en el contexto empresarial y no en un contexto más general en el cual se podría llegar a justificar que las respuestas no correspondan a una definición técnica del término. Sin duda, entre los estudiantes, graduados y profesores existen concepciones erradas sobre el particular, lo cual parece indicar una deficiencia en la formación doctoral que si bien forma para la investigación, podría no estar haciéndolo con la profundidad que se puede requerir para promover innovación y menos la innovación en el sector empresarial.

La Gráfica 67 ilustra las frecuencias con que estas categorías se encuentran presentes para la concepción de la naturaleza de la innovación (categorías de la izquierda, Gráfica 66).



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 67: Análisis de frecuencia sobre percepciones de los graduados, estudiantes y profesores de programas sobre qué es la innovación en la empresa**

La concepción de la innovación cercana al denominado modelo lineal es muy similar entre estudiantes y graduados mientras esta concepción se presenta con una frecuencia 6 veces superior entre profesores. Esto se puede explicar por el interés que tiene en el mundo académico de la investigación de verse la fuente de las innovaciones aunque los datos disponibles, como el de patentes, muestra un panorama bien diferente (Ver capítulo I).

Las tres poblaciones mayoritariamente perciben la innovación como simplemente algo nuevo o mejorado sin ninguna mención al mercado o a mejoras que se identifican concretamente. Esto coincide con lo ya descrito en el capítulo I sobre las creencias e imaginarios en el sector académico. Solamente un 7-8% en las tres poblaciones mencionan el mercado en la descripción de innovación en la empresa.

Por su parte la siguiente tabla resume las frecuencias con las que se encuentran los atributos del lado derecho de la Gráfica 66:

Categoría/Actor	Graduados	Estudiantes	Profesores	Total
Reducir dependencia y tecnológica	0%	2%	2%	
Nueva tecnología	0%	3%	5%	
Mejorar calidad de vida	0%	1%	5%	
Mejorar competitividad/productividad	2%	9%	2%	
Nuevos procesos	0%	0%	2%	
Modificar hábitos	0%	0%	2%	
Optimizar procesos	0%	3%	2%	
Adaptación al entorno	2%	3%	2%	
No incluyen atributos adicionales, NS/NR	95%	82%	80%	
Total	100%	100%	100%	

Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Tabla 34: Análisis de frecuencia sobre percepciones de los graduados, estudiantes y profesores de programas sobre qué es la innovación en la empresa en términos de atributos adicionales**

En general, como se aprecia en la Tabla 34, los atributos adicionales para describir la innovación son pocos y no emergen con claridad atributos más frecuentemente mencionados.

En resumen, como ya se había anticipado en el capítulo I, la innovación es fundamentalmente percibida como mejorar algo, como hacer algo nuevo y

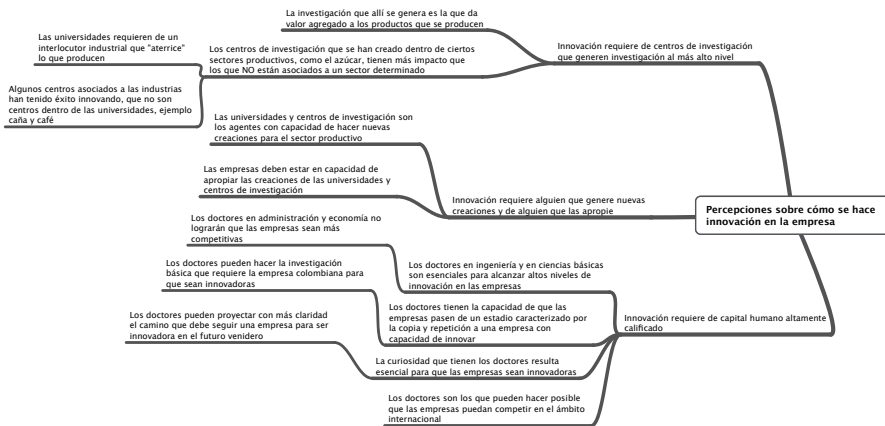
cuando se agregan atributos adicionales, estos rara vez tienen que ver con un impacto positivo en los mercados. Esta percepción es bastante diferente a la que tienen los empresarios quienes indiscutiblemente perciben la innovación como un mecanismo para generar riqueza.

Adicionalmente se observa, aunque en menor frecuencia, una recurrencia al modelo lineal de innovación y sólo una minoría describen un proceso de innovación menos lineal y asociado a un impacto de mercado.

A manera de hipótesis se podría afirmar que la *no comprensión* del concepto de innovación puede ser un indicador de la *no comprensión* del proceso de innovación y, en consecuencia, la poca capacidad que podría tener el recurso humano a nivel doctoral para promover innovación realmente, entendiendo la capacidad en el sentido de Sen (2009), esto es, no la potencialidad de eventualmente poderlo hacer por contar con algunos elementos (por ejemplo la formación científica o la creatividad), sino la efectiva acción de hacerlo por disponer de todo lo necesario.

## Percepciones sobre cómo se hace innovación en la empresa

En la Gráfica 68 se describe la manera en que se hace innovación en la empresa según las percepciones de los empresarios:



Fuente: Elaboración propia con base en las entrevistas hechas a empresarios

**Gráfica 68: Percepciones de los empresarios sobre cómo se hace la innovación**

Se identifican entonces, tres factores para adelantar procesos de innovación en la empresa:

- 1) Centros de investigación con capacidad de generar conocimiento al más alto nivel.
- 2) Círculo virtuoso entre universidades y centros de investigación como generadores de conocimiento y las empresas como receptores del conocimiento.
- 3) Capital altamente calificado.

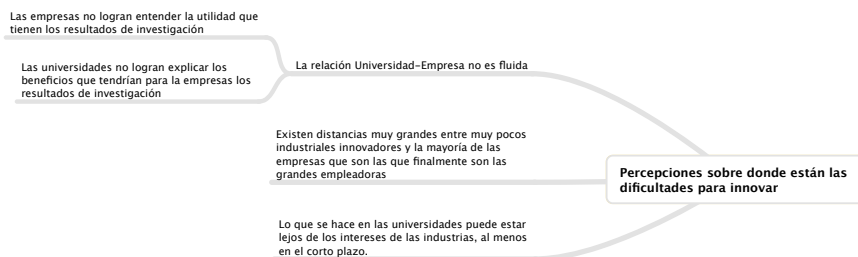
Para los intereses de este trabajo resulta relevante la manera en que los doctores, según los entrevistados, logran que las empresas pasen de un estadio de adaptación o copia a un estadio de creación. Los doctores pueden ser ese capital humano que fija las rutas críticas que deben seguir las empresas para ser más innovadoras, en la perspectiva de generación de conocimiento, y al mismo tiempo es el eslabón que permite a las empresas insertarse a la competencia global.

Sin forzar la información recolectada en las entrevistas, a manera de hipótesis, ese círculo virtuoso entre los productores y receptores de conocimiento resulta ser tal, siempre y cuando las empresas cuenten con el capital humano formado y capacitado para generar conocimiento al más alto nivel. Ese doctor, visto en una lógica de cadena de producción, resulta ser ese eslabón con capacidad de comprender los avances que se registran en la investigación mundial y traducirlos al contexto de la empresa. Resulta interesante esta figura porque indiscutiblemente los doctores, como se mostrará en lo ulterior, son considerados por los empresarios como ese recurso humano que está en el límite del conocimiento, tiene la disciplina necesaria para investigar y comprender los avances de la ciencia.

Uno de los empresarios mencionó que en ciertos sectores empresariales ha sido un éxito la creación de centros de investigación dedicados a investigar sobre los temas de interés de dichos sectores. Esta afirmación puede llevar a cuestionar hasta qué punto las universidades si están en capacidad de responder a las necesidades de los sectores empresariales y si es mejor para las empresas generar estructuras de investigación en las cuales se pueda aprovechar el potencial de los doctores para la solución de sus problemas.

## **Percepciones sobre donde están las dificultades para innovar**

Los entrevistados identificaron los siguientes factores para explicar las razones por las cuales no se puede innovar en la empresa (ver Gráfica 69):



Fuente: Elaboración propia con base en las entrevistas hechas a empresarios

**Gráfica 69: Percepciones de los empresarios sobre donde están las dificultades para innovar**

Si se tiene en cuenta que la relación entre productores y usuarios de conocimiento es un factor esencial para la innovación en las empresas, algunos entrevistados señalaron que dicha relación no es tal. Se encuentra más bien una incompreensión entre ambos actores al punto que el conocimiento que se produce en las universidades no resulta de relevancia para las empresas.

Cobra aquí relevancia la idea que si las empresas tuvieran un doctor como eslabón en esta relación, es probable que la relación universidad-empresa fuera más fluida no sólo porque las empresas tienen el recurso para potenciar el conocimiento sino que las universidades tendrían un interlocutor con quien fijar las agendas de investigación que nuevamente, siendo reiterativos, requieren de un recurso humano para la investigación.

Por otra parte, se puede mencionar que en las entrevistas se encuentra un reconocimiento a las universidades como productoras de conocimiento. Es indiscutible el rol que tienen las universidades dentro de un sistema de innovación. Pero la pregunta es cómo sincronizar productores y receptores de conocimiento.

## Percepciones sobre el rol de los doctores en la sociedad, la academia y la empresa

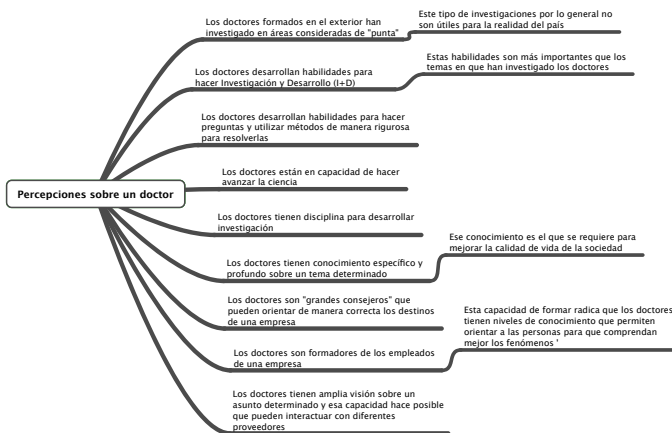
En este apartado se hace una análisis sobre el rol de los doctores en la sociedad, la academia y la empresa desde la percepción de los encuestados (graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado) y de las entrevistas con empresarios. Las preguntas abiertas de la encuesta utilizadas para este propósito fueron:



- 1) ¿Cuál es el papel que desempeña un doctor en la sociedad?
- 2) ¿Cuál es el papel que juega un doctor en una universidad?
- 3) ¿Cuál es el papel que juega un doctor en una empresa?

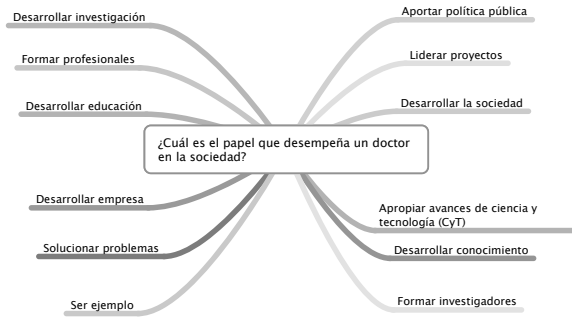
El análisis inicia con las percepciones que tienen los empresarios para luego mostrar las que tienen los graduados, estudiantes y profesores. Tanto para las entrevistas como para las encuestas se elaboraron mapas mentales y para las encuestas se complementó con un análisis de frecuencia según la categorías definidas para tal fin.

A pesar de que uno de los entrevistados consideró que los doctores no están formados para las condiciones empresariales del país, sobre todo aquellos que se formaron en universidades ubicadas en el exterior, es interesante observar la cantidad de valoraciones positivas que tuvieron sobre los doctores y que refuerzan la hipótesis de que los doctores se perciben como el principal eslabón entre los avances del conocimiento, factor esencial de la innovación, y las condiciones de la empresa (ver Gráfica 70). Consideran que los doctores están formados para hacer avanzar la ciencia y para apropiarse del conocimiento de punta y al mismo tiempo tienen la disciplina de trabajo adecuado para ello. Son ellos el recurso humano con capacidad para generar y usar conocimiento en beneficio de la empresa en particular y la sociedad en general. Resultó interesante también encontrar que uno de los empresarios percibió a los doctores como “grandes consejeros” y “formadores” de trabajadores. En esta perspectiva, un doctor no es sólo un generador y apropiador de conocimiento sino que parece tener otras dimensiones que resultan relevantes para la empresa.



Fuente: Elaboración propia con base en las entrevistas hechas a los empresarios  
**Gráfica 70: Percepciones de los empresarios sobre un doctor**

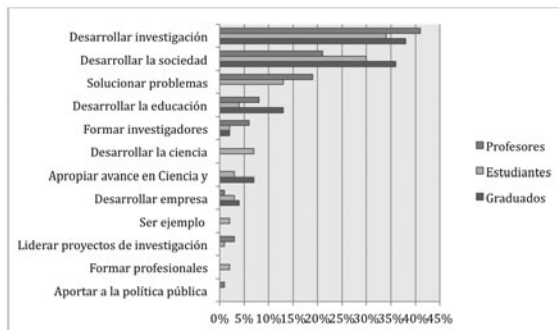
En las encuestas se identificaron 12 atributos asociados con el rol de los doctores en la sociedad y la mayoría de ellos están relacionados con el desarrollo de la investigación y apropiación del conocimiento y la formación de profesionales e investigadores. Llama la atención que también consideran los encuestados a los doctores como un actor fundamental para el desarrollo de la sociedad y la educación (Ver Gráfica 71).



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 71: Percepciones de los graduados, estudiantes y profesores de programas sobre el papel de un doctor en la sociedad**

Al hacer el análisis de frecuencia de las preguntas abiertas de las encuestas, se encuentra que el principal rol percibido para un doctor en la sociedad es desarrollar investigación. Muchos de los encuestados mencionaron que la finalidad de ese rol es aportar al desarrollo de la sociedad en la cual se encuentra el doctor y solucionar problemas (ver Gráfica 72). Aunque en la Gráfica 71 se mencionaron los atributos formar investigadores y profesionales palidecen cuando se muestran los análisis de frecuencia. Solamente un profesor afirmó que un doctor debe aportar a la política pública y dos estudiantes que deben ser ejemplo ante el resto de ciudadanos.



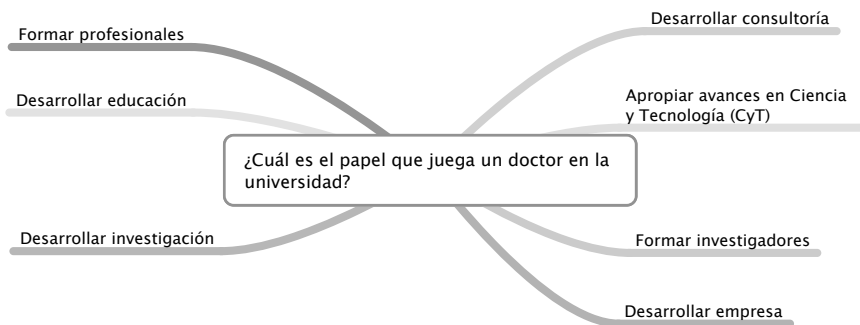
Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 72: Análisis de frecuencia sobre percepciones de los graduados, estudiantes y profesores de programas sobre el papel de un doctor en la sociedad**

Con base en los resultados de la tabla anterior, hay coincidencias importantes entre empresarios y sector académico en cuanto ambos sectores consideran que el principal rol de un doctor en la sociedad es adelantar investigación y esa investigación debe contribuir al desarrollo de la sociedad. Es interesante que dichos sectores perciban al doctor como un formador de profesionales e investigadores.

A los encuestados, como se mencionó en precedencia, también se les preguntó sobre el rol que juegan los doctores en el sector académico y el empresarial. El propósito es identificar si los graduados, estudiantes y profesores tienen percepciones sustancialmente diferentes entre los roles de los doctores en dichos sectores. Aunque los encuestados consideran que el principal rol de los doctores es desarrollar investigación en ambos sectores, es interesante observar que las encuestas mencionan la optimización de procesos, desarrollo de productos, mejoramiento de productividad, la aplicación de conocimiento y solución de problemas como parte de los roles que desempeña el doctor en la empresa, roles que no fueron mencionados al referirse al sector académico.

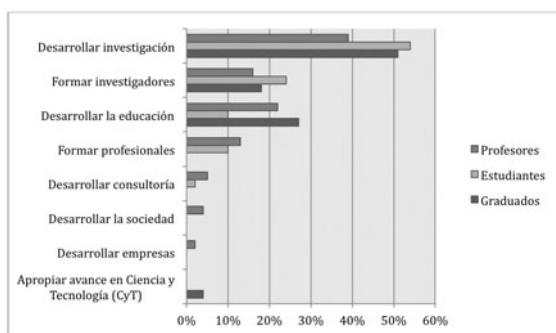
Al indagar sobre el rol de los doctores en una universidad, se identificó que los doctores contribuyen a desarrollar lo que en Colombia se han denominado como funciones sustantivas de la educación superior: docencia, investigación y extensión que para el caso de los encuestados nominaron como consultoría (ver Gráfica 73). Para muchos de los encuestados el papel que juega un doctor en tener las asignaturas actualizadas según los últimos avances de la investigación resulta un asunto del primer orden con miras a ofrecer una educación pertinente.



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 73: Percepciones de los graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado sobre el papel que juega un doctor en una universidad**

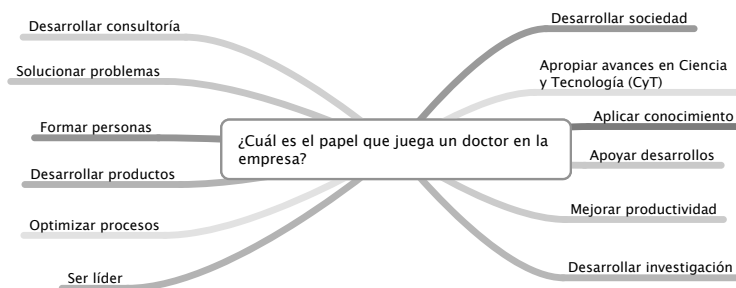
En el análisis de frecuencia es indudable que para los encuestados desarrollar investigación es el principal papel que juega un doctor en una universidad (ver Gráfica 74). Formar investigadores y profesionales y desarrollar la educación tienen también importancia mientras que desarrollar consultoría, empresas y la sociedad no tanto. Si se asume que desarrollar las empresas y consultoría son dos actividades relacionadas con el sector empresarial, se puede inferir que para el caso de los graduados, estudiantes y profesores resultan ser actividades pocos relevantes para el sector académico.



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 74: Análisis de frecuencia sobre percepciones de los graduados, estudiantes y profesores de programas sobre el papel que juega un doctor en una universidad**

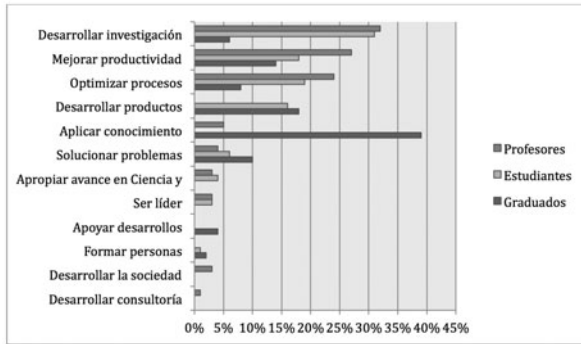
En el caso de la empresa, los encuestados asignaron más roles a los doctores que los que fueron mencionados para el caso de la universidad. Roles como desarrollar productos, optimizar procesos, mejorar productividad y apoyar desarrollos resultan ser característicos para el sector empresarial según los encuestados (ver Gráfica 75).



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 75: Percepciones de los graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado sobre el papel que juega un doctor en una empresa**

Aunque en el análisis de frecuencia los encuestados consideraron el desarrollo de la investigación como el principal rol de un doctor en una empresa, se observa que optimizar procesos, desarrollar productos, aplicar conocimiento y solucionar problemas son también relevantes (ver Gráfica 76). Poca importancia dieron a formar personas y desarrollar la sociedad y consultoría.

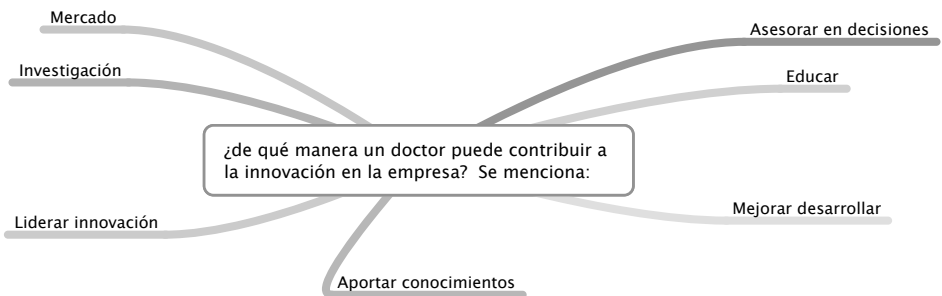


Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 76: Análisis de frecuencia sobre percepciones de los graduados, estudiantes y profesores de programas sobre el papel que juega un doctor en una empresa**

A continuación se presenta un consolidado de lo que se encontró en las encuestas en relación con el rol del doctor en la innovación en respuesta a la pregunta: *¿De qué manera un doctor puede contribuir a la innovación en la empresa?*

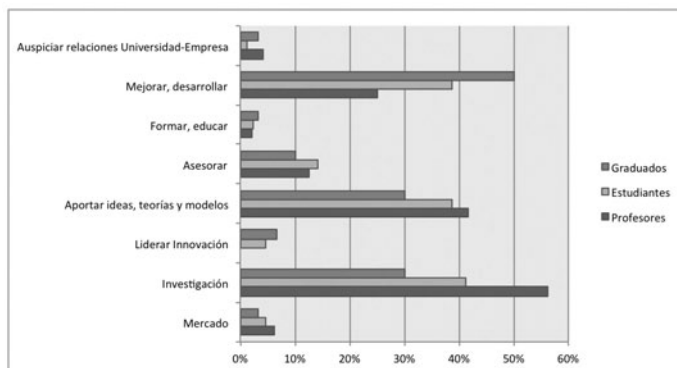
La siguiente gráfica ilustra las características seleccionadas para caracterizar las respuestas:



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 77: Categorías emergentes**

Utilizando estas categorías, la clasificación de las respuestas muestra el siguiente panorama:



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 78: Frecuencia de las categorías en las respuestas**

La investigación para la mayoría de los entrevistados es el rol del doctor en la empresa. El rol dentro de la investigación varía entre simplemente desarrollar investigación, hasta liderar el proceso de investigación. En la mayoría de casos no se explicita el tipo de investigación, pero entre quienes dan un poco más de detalle, aparece la investigación aplicada.

Una segunda categoría es la de aportar conocimiento, a veces de forma genérica y a veces de corte científico-tecnológico. En tercer lugar se menciona mejorar o desarrollar productos, procesos y servicios, lo cual es coherente con lo encontrado en lo que significa innovación para la mayoría de los encuestados. Solamente en cuarto lugar aparece el rol de asesoría, particularmente por la visión prospectiva que se indica que puede tener el doctor por encontrarse en el estado del arte de su disciplina. En esta parte hay una coincidencia con los empresarios que consideran a los doctores como los principales conocedores de los últimos avances en su campo respectivo.

El resto de menciones son bajas y es particularmente interesante lo baja que resulta la mención al mercado, confirmando así que para la mayoría de los encuestados parecería que el mercado no es parte de la ecuación de la innovación.

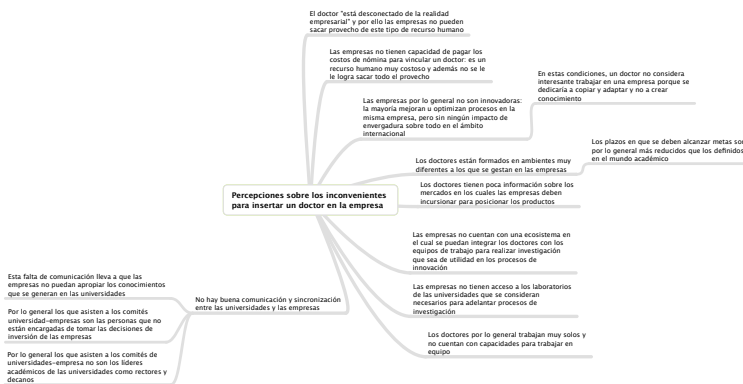
Como se ha anotado, en general existe un desconocimiento importante de lo que es técnicamente la innovación. Sin embargo, no deja de sorprender

la existencia de ciertas visiones sobre la investigación que la perciben difícil e imposible en una empresa (tomado de las respuestas a la encuesta de estudiantes):

“...No se puede pensar que un doctor va a una empresa solo a investigar y generar nuevo conocimiento, pues esta actividad es sin ánimo de lucro y toda empresa debe tener ánimo de lucro pues al lucrarse jalona el desarrollo económico y social”.

## Percepciones sobre los obstáculos para insertar un doctor en la empresa

En la Gráfica 79 se relievian los obstáculos que los empresarios consideraron los más relevantes para explicar las razones por las cuales es difícil insertar un doctor en una empresa:



Fuente: Elaboración propia con base en las entrevistas hechas a empresarios

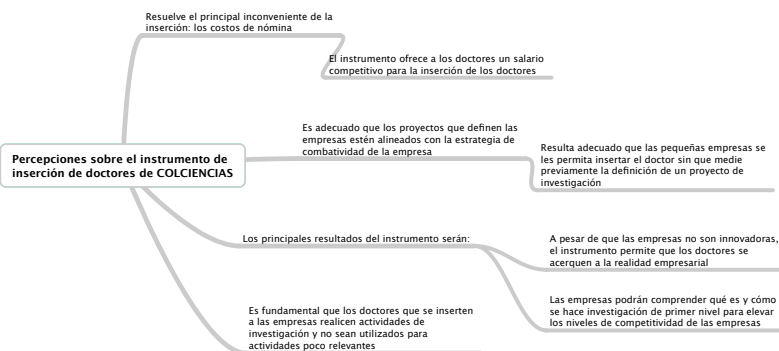
**Gráfica 79: Percepciones de los empresarios sobre los inconvenientes para insertar un doctor en la empresa**

Se encuentra para este caso tres inconvenientes. Uno relacionado con las condiciones de las empresas en cuanto ellas no son innovadoras y, por tanto, no están en capacidad de demandar un recurso humano para la investigación y como tal no cuentan con un ecosistema para la investigación y mucho menos para un doctor. El otro inconveniente es la falta de conocimiento que tienen los doctores sobre el sector empresarial situación que no les permite insertarse de manera creativa a las empresas. Esta percepción es válida si se tiene en cuenta que estudiantes, graduados y profesores tienen un concepto de innovación que no está alineado no sólo con lo que afirmaron los empresarios sino con lo reportado en el primer capítulo. Estos dos inconvenientes son impedimentos

importantes que se agudizan con la falta de sincronización o ausencia de un círculo virtuosos entre los productores y receptores de conocimiento.

## Percepciones sobre la forma de insertar doctores en la empresa

En la siguiente Gráfica se presentan las percepciones que tienen los empresarios sobre el instrumento de inserción adoptado por COLCIENCIAS (Celis, 2010; COLCIENCIAS, 2011a):



Fuente: Elaboración propia con base en las entrevistas hechas a empresarios

**Gráfica 80 Percepciones de los empresarios sobre el instrumento de inserción de doctores de COLCIENCIAS**

Uno de los aspectos señalados como inconveniente para la inserción es de tipo económico que se traduce en que las empresas no están en capacidad de pagar el salario de un doctor. Según el material recolectado, se encuentra que el instrumento de COLCIENCIAS resuelve este inconveniente teniendo en cuenta que el Estado se encarga de financiar un recurso tan costoso para la empresa. Esta postura de los empresarios se pueden entender en la perspectiva del costo del salario de un doctor. Para un empresario indiscutiblemente el salario de un doctor es más alto con respecto a empleados que ostentan niveles educativos inferiores. Se infiere una relación positiva entre nivel educativo alcanzado y costo del salario.

También se resalta la importancia que tiene para las pequeñas empresas que tengan la oportunidad de que el Estado subsidie un doctor para que ellas puedan formular y desarrollar proyectos con un capital humanos para la investigación. En este caso, el doctor nuevamente se percibe como el detonante de la innovación que para el caso de las pequeñas empresas es fundamental toda vez que ellas son las menos innovadoras (ver Tabla 16).



## Expectativas subjetivas sobre el mercado de doctores en Colombia: academia vs. empresa

En esta sección, a la luz de las investigaciones internacionales (especialmente la investigación de Roach and Sauermann (2010), de la información disponible en diferentes fuentes nacionales y de los resultados de las entrevistas y encuestas, se busca responder a una pregunta asociada al interés de estudio de proponer recomendaciones para estimular la inserción de doctores en el sector empresarial colombiano:

¿Están formando los programas de doctorado en ingeniería doctores con capacidad de insertarse y liderar procesos de innovación en las empresas?

### Las tesis doctorales

Al indagar sobre el tipo de tesis (académico o empresarial/industrial) se encuentra que un 89,1% del total de los encuestados realizaron o están realizando una tesis de corte académico. Cuando se hace el análisis por actor, el 94,12% de los profesores realizaron una tesis de corte académico, porcentaje que se disminuye al 92,11% de los graduados y el 85,44% en el caso de los estudiantes (ver Tabla 35). Se puede inferir que en el caso de los profesores es indiscutible que se prepararon en un alto porcentaje para trabajar en el sector académico (indudablemente son profesores universitarios) y los estudiantes muestran una inclinación mayor para abordar temas relacionados con el sector empresarial.

Actor/Tipo de tesis	Académico (%)	Empresarial/Industrial (%)
Estudiantes	85,44	14,56
Graduados	92,11	7,89
Profesores	94,12	5,88
Total	89,1	10,9

Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Tabla 35: Tipo de tesis realizada por estudiantes, graduados y profesores**

Sin embargo, como se verá más adelante, la tendencia de los estudiantes es igualmente de tipo académico, más que empresarial, al seleccionar sector de trabajo.

## El gusto por el trabajo académico vs el gusto por el trabajo empresarial

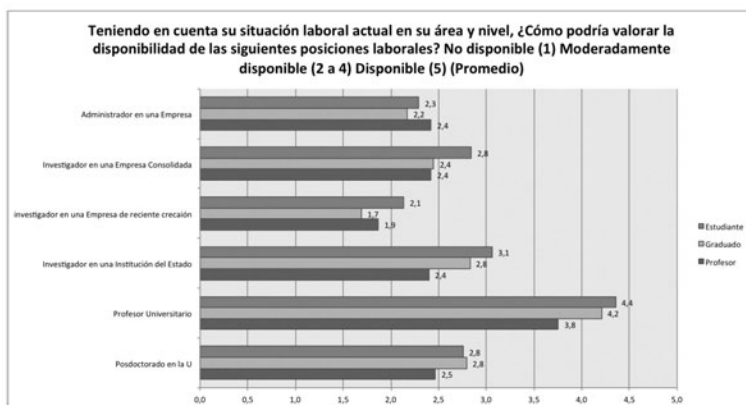
Con el fin de explorar esta dimensión se procedió a realizar las siguientes preguntas en la encuesta a estudiantes, graduados y profesores de programas de doctorado en Colombia:

- 1) Teniendo en cuenta su situación laboral actual en su área y nivel, ¿Cómo podría valorar la disponibilidad de las siguientes posiciones laborales? Respuesta posible entre 1: no disponible y 5: disponible
- 2) ¿Hasta qué punto cree que los siguientes atributos laborales están presentes en una empresa de reciente creación, una consolidada y una Universidad? Respuesta entre 1: baja presencia y 3: alta presencia

Cada una de estas preguntas se realizó para 3 contextos diferentes:

- 1) Universidad
- 2) Empresa de reciente creación
- 3) Empresa consolidada

Con relación a la primera pregunta la siguiente gráfica resume los resultados obtenidos en la encuesta:

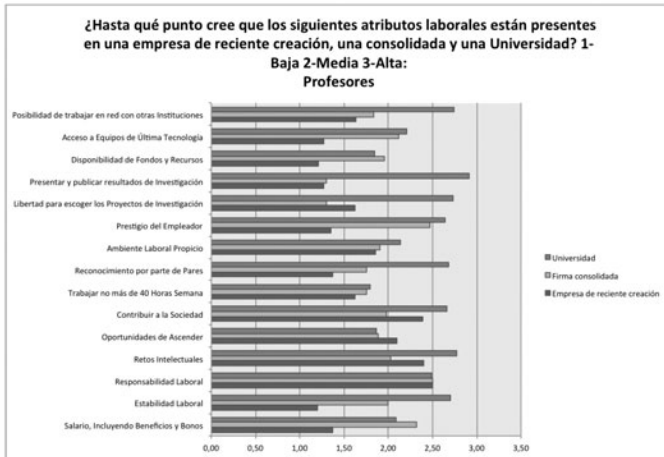


Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 81: Disponibilidad de trabajo para un doctor en diferentes contextos de desempeño**

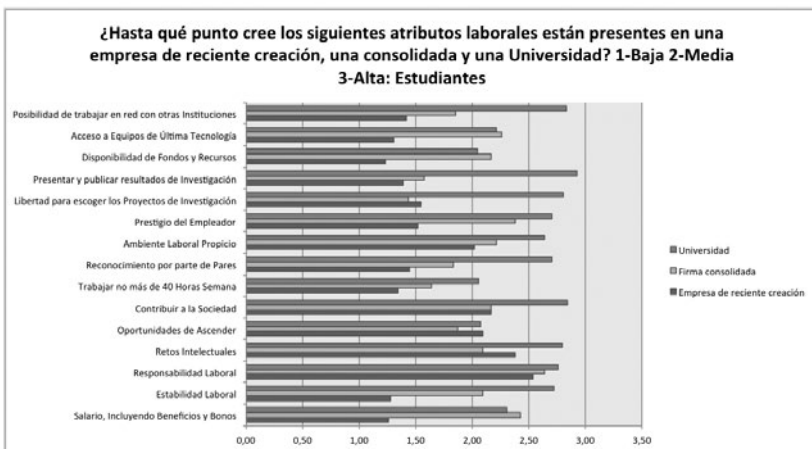
En general resulta claro que en opinión de los tres actores el lugar más factible de trabajo es la universidad, mientras las posibilidades en las empresas son las más bajas.

El siguiente conjunto de gráficas ilustran la respuesta a la segunda pregunta para los tres contextos mencionados para los tres actores:



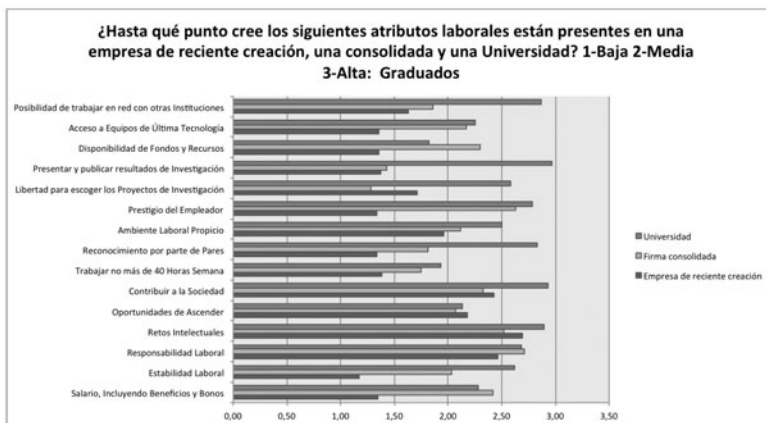
Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 82: Atributos en los tres contextos según profesores**



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 83: Atributos en los tres contextos según estudiantes**



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 84: Atributos en los tres contextos según graduados**

Tres observaciones generales que se desprenden de esta gráfica:

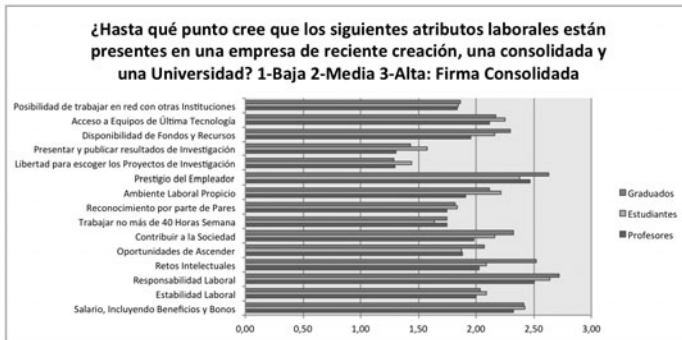
- 1) Es clara la tendencia a encontrar los atributos indicados con más fuerza en las universidades para los tres actores y de hecho coinciden en indicar que el sueldo es de los pocos atributos que se pueden encontrar más en una empresa consolidada.
- 2) En general la empresa de reciente creación no parece llamar la atención tanto como la universidad o la empresa consolidada lo cual corresponde a lo ya observado en el análisis de la pregunta anterior: parece existir un rechazo a situaciones de incertidumbre que justamente son una de las características de un ambiente de innovación.
- 3) La correlación entre la visión de los tres actores es evidente pues piensan de forma muy similar: la universidad es la mejor opción laboral para un doctor.

Las siguientes gráficas comparan contexto por contexto la percepción de los atributos para cada uno de los actores:



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 85: Presencia de atributos para una empresa de reciente consolidación según los tres grupos**



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 86: Presencia de atributos para una firma consolidada según los tres grupos**



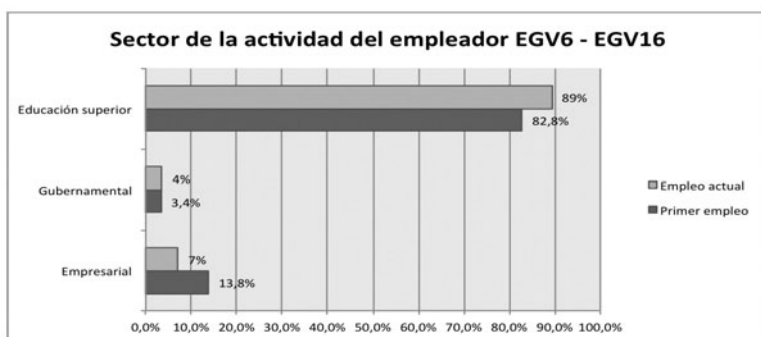
Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 87: Presencia de atributos para una Universidad según los tres grupos**

Un examen de estas gráficas pone de relieve la altísima correlación existente en las respuestas de los tres actores lo cual podría confirmar que tanto estudiantes como graduados piensan de forma muy similar a los profesores. Se infiere aquí que la formación doctoral en el área de ingeniería no sólo forma investigadores, sino “transmite” visiones, gustos y preferencias frente a los contextos de trabajo como lo sugieren Roach and Sauermann (2010).

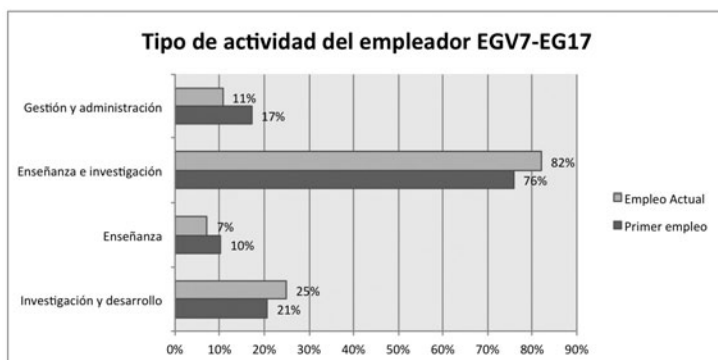
## Ubicación laboral de los graduados

En esta sección se examinará, a partir de la encuesta, cuál es la orientación laboral de los graduados de los programas de doctorado en ingeniería. En las Gráfica 88 y Gráfica 89 se presenta tanto el sector de actividad, así como el tipo de actividad del empleador:



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

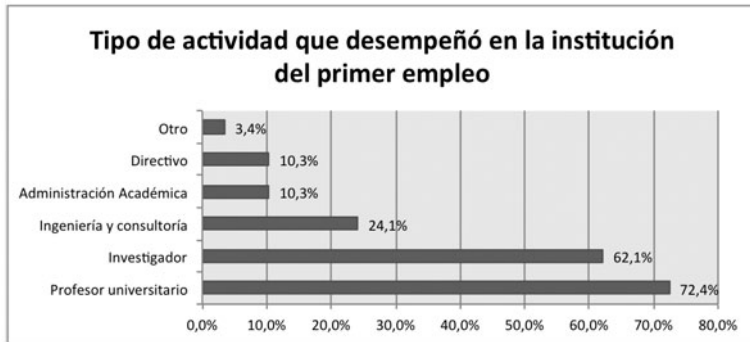
**Gráfica 88: Sector de actividad del empleador**



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 89: Tipo de actividad del empleador**

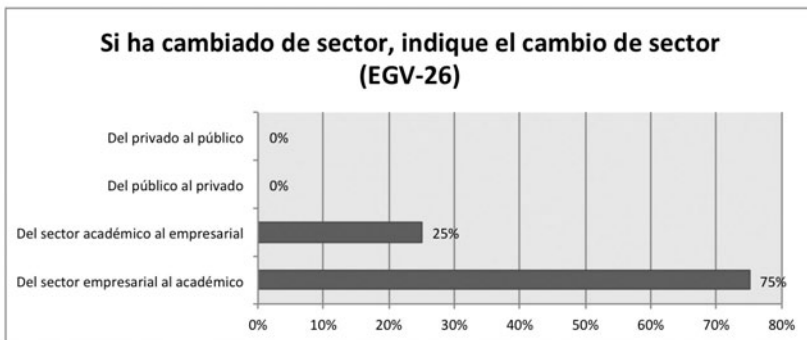
Si se examina el tipo de actividad que adelantó el graduado en su primer empleo se indica:



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 90: Tipo de actividad realizada por el graduado**

Resulta nuevamente evidente la tendencia real a entrar a trabajar en el sector académico con dedicación importante a la docencia y a la investigación, con mucha menor relevancia de actividades de ingeniería y consultoría. Comparando lo que pasó entre el primer empleo y el actual, los cambios no son sustantivos y se producen igualmente hacia del sector empresarial al académico, mientras no se reportan cambios entre el sector público y el sector privado:



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 91: Cambio entre sectores**

Si se examina el grado de satisfacción con el empleo actual se encuentra:

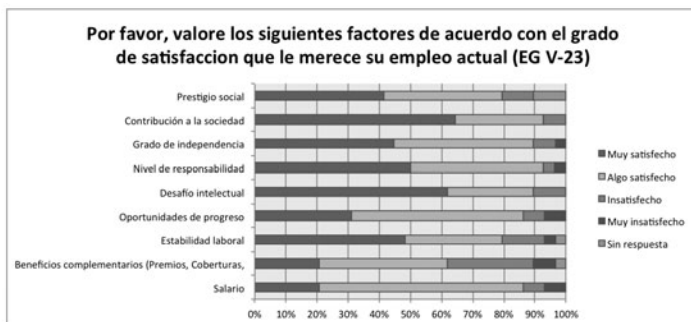


Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 92: Relación entre los estudios y la actividad actual**

En general los graduados encuentran una buena relación entre sus estudios doctorales y la actividad que están desempeñando.

Finalmente, en relación con diferentes aspectos del trabajo los graduados indican:



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 93: Satisfacción de los graduados con diferentes aspectos de su trabajo actual**

En general el nivel de satisfacción es elevado siendo el menos alto el de beneficios complementarios.

La clara tendencia de los graduados a seguir en la academia, ya sea por preferencia o facilidad para hacerlo, se evidencia tanto en lo encontrado en esta sección como lo ilustrado en la anterior sección. Por ejemplo en la Gráfica 84 es evidente que para los tres actores la academia es la que mejor reúne aspectos que son de interés para los graduados.



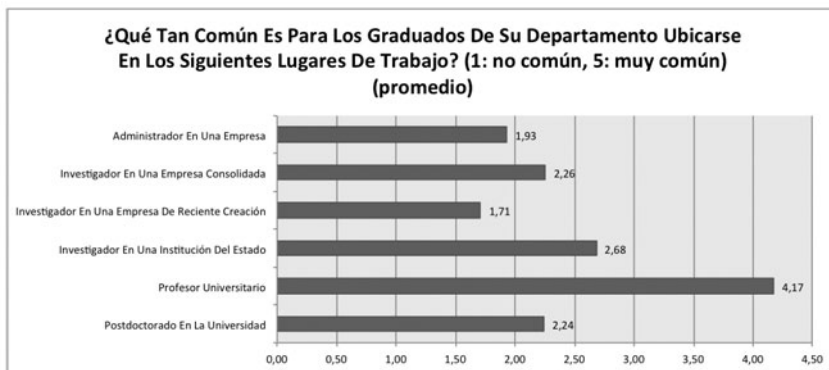
Igualmente del capítulo IV se desprende que la situación es similar para doctores formados en otras latitudes, pues la participación en la empresa de recurso humano con formación doctoral es marginal.

Queda por explorar con mayor detalle las causas que llevan finalmente a que la mayoría de los graduados terminen laboralmente en la academia. Entre las razones que podrían encontrarse son:

- 1) Existe un interés por seguir una carrera de corte académico, pues finalmente los programas de doctorado parecen estar enfocados explícita o implícitamente a formar profesores universitarios.
- 2) La tendencia por afinidad o gusto a seleccionar un empleo académico o en una empresa no es un factor importante y el resultado se da más por disponibilidad de lugares de trabajo.
- 3) Ni la tendencia, ni la disponibilidad son factores mayores, sin embargo el estudiante encuentra más fácilmente un puesto en la academia por encontrarse en ella.

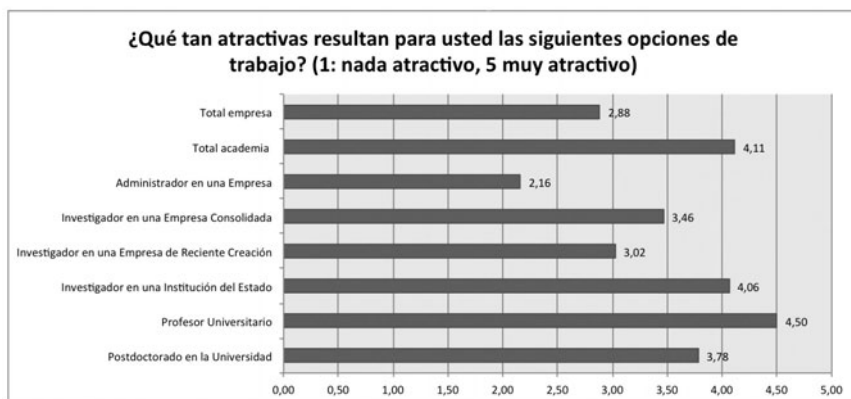
A partir de lo presentado hasta este punto, la primera explicación parece ser la más probable. En las siguientes secciones se explorará este aspecto.

Al examinar la opinión de los estudiantes con respecto a que tan común son las diferentes actividades para los graduados de su programa contestan:



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 94: Opinión de los estudiantes sobre qué tan común son estas actividades para los graduados**



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 95: Atractivo para los estudiantes de diferentes opciones de trabajo**

De estas dos gráficas se destacan tres aspectos:

- 1) Para una buena parte de los estudiantes ser profesor universitario está en su preferencia, seguido de trabajar en una institución de investigación del estado y realizar un postdoctorado. Trabajar en una empresa, sea de reciente creación o consolidada y trabajar como administrativo en una empresa, despiertan un interés mucho menor.
- 2) Si bien la diferencia en dirigirse hacia el sector académico o a la empresa es importante (4,11 contra 2,88), no es excluyente de este último tipo de trabajo.
- 3) La administración es percibida como un trabajo poco interesante.

En resumen, es clara la preferencia por un proyecto de vida académico, pero no consideran tan negativo ubicarse en una empresa. Sin embargo, cuando se plantea el tema de preferencia, el trabajo académico se destaca claramente como la alternativa más deseada para la gran mayoría de los estudiantes (Ver Gráfica 96): la academia es el plan de vida que más lo atrae.



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 96: Las preferencias de los estudiantes con respecto a la actividad**

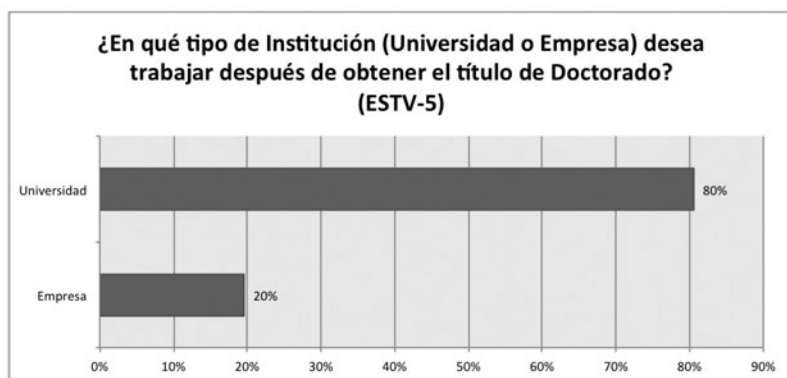
Un examen más detallado indica las siguientes razones para explicar la anterior preferencia se presenta en la siguiente gráfica (ver Gráfica 97), donde se observa la visión que parecen tener los estudiantes sobre la pertinencia del camino académico para un doctor o considerar este ámbito de desempeño como el mejor laboralmente.



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 97: Razones que presentan los estudiantes para seleccionar una opción laboral**

Finalmente si se les pregunta directamente por cual prefieren entre una universidad y una empresa el resultado muestra:



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 98: Preferencia de los estudiantes para trabajar en una empresa o en una Universidad**

A partir de lo que se ha presentado puede confirmarse que la mayoría de los estudiantes prefieren un trabajo en la academia cuando terminan y sólo el 20% les gustaría trabajar en la industria. Este valor es cercano de lo que efectivamente sucede (ver Gráfica 88). Se puede concluir de manera preliminar que el gusto por trabajar en la academia o en la empresa es el factor más importante en la decisión de los estudiante y, consecuencia, si Colombia proyecta aumentar el número de doctores en la empresa, será necesario desde la formación doctoral, realizar acciones encaminadas a motivar al estudiante a acercarse a la empresa. Aquí cobra relevancia el modelo que ha sido utilizado desde los ochentas en Francia que ha mostrado ser factor determinante para que muchos beneficiarios del programa CIFRE opten por trabajar en la empresa una vez culminan sus estudios de doctorado.

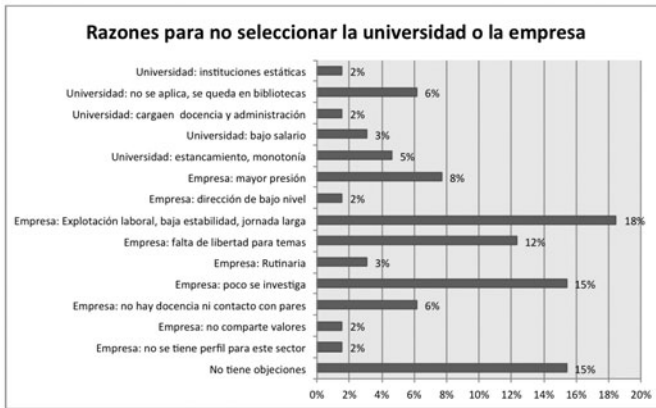
Cuando se exploran las razones para esta selección se encuentra lo que se ilustra en la siguiente gráfica. El 80% que prefiere la universidad explica esta decisión basándose en la libertad académica, la vocación docente, el reconocimiento, el sueldo, la estabilidad y en menor porcentaje un compromiso adquirido con la institución que lo está financiando. El 20% de quienes prefieren la empresa lo hacen sustentados en la preferencia de hacer algo práctico, que resuelva efectivamente problemas y que promueva la innovación.

Finalmente, la Gráfica 99 ilustra las razones por las que los estudiantes seleccionarían una universidad o una empresa como destino laboral.



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 99: Razones de los estudiantes para preferir una Universidad o una empresa**



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas hechas a graduados, estudiantes y profesores de programas de doctorado

**Gráfica 100: Razones para no preferir una universidad o una empresa**

Un pequeño porcentaje (15%) no tienen razones particulares para no seleccionar la empresa o la universidad, si bien tienen su preferencia. El resto de los que responden a esta pregunta (85%) presenta objeciones para ir a la universidad o a la empresa. La razón más importante para no ir a una empresa está relacionada con aspectos laborales (alta carga de trabajo, estabilidad menor, estrés), seguida de la percepción de poca investigación y de falta de libertad para investigar.

Del lado de las razones para no ir a una universidad se destaca la poca conexión con la solución de problemas reales o el impacto real. Igualmente se menciona el bajo salario o la obligatoriedad de la docencia.

## Conclusiones

Las conclusiones que pueden desprenderse de la información recogida por medio de entrevistas y encuestas son:

- 1) Para los empresarios entrevistados, que se distinguen por encontrarse en empresas y sectores que hacen innovación, la participación de los doctores es pertinente por su capacidad de asesorar a la empresa, de liderar y de desarrollar investigación que mejore la productividad, la competitividad y la capacidad de innovar.
- 2) En el sector académico en general existe un gran desconocimiento de lo que significa técnicamente innovación. De hecho se desconoce el componente del mercado en las explicaciones de lo que es la innovación.
- 3) En el sector académico existe un nivel de rechazo importante al sector empresarial por encontrar que este sector está interesado en el lucro, no da mucha libertad para investigar, tiene horarios de trabajo intensos, presenta un alto nivel de estrés para los empleados.
- 4) El perfil de preferencias de los estudiantes, graduados y profesores en relación con el tipo de trabajo, las características de cada trabajo y las razones para preferir la academia son bastante similares. A modo de hipótesis puede afirmarse que el profesor no sólo forma a los estudiantes de doctorado sino que también les “transmite” visiones, creencias y valores.
- 5) Sin ajustes apropiados al sistema de formación de doctores, será en general difícil contar con un número importante de egresados interesados en trabajar en la Industria, porque prefieren ambientes de gran estabilidad laboral y libertad para decidir que se quiere investigar sobre otros atributos que se encuentran presentes en la Industria como el nivel de remuneración o el impacto práctico del trabajo.
- 6) En este sentido, parecería ser en consecuencia insuficiente tener incentivos a la demanda para que las industrias incorporen doctores. Incentivos y cambios en la oferta serán igualmente necesarios.





# **CAPÍTULO VI**

**Consideraciones para  
una política pública que  
promueva la inserción  
de doctores en el sector  
empresarial colombiano**





En este capítulo se presentan algunas consideraciones que pueden apoyar el desarrollo de una política pública que promueva la inserción de doctores en el sector empresarial colombiano. El propósito es aportar al conocimiento y comprensión del mercado laboral de los doctores en el país como a la concepción y diseño de políticas públicas que acrecienten la participación de los doctores en el sector empresarial en Colombia que como se mostró (ver capítulo V) es bastante bajo no sólo por el poco número de doctores que laboran en el mismo sino por las expectativas subjetivas que estudiantes, graduados y profesores de programas de doctorado expusieron sobre dicho sector en cuanto destino laboral.

La investigación realizada muestra igualmente que sustentar la política pública en la materia exclusivamente sobre el subsidio a las empresas para incorporar doctores (pago de salarios de los doctores), como el programa español o colombiano, probablemente sea insuficiente. La necesidad de reorientar parte de los programas doctorales o modificar las valoraciones que los futuros graduados de doctorado tengan sobre el sector empresarial, parece encontrar soporte en los hallazgos de este estudio y en referentes internacionales sobre el tema, como ya se ha mostrado. Las políticas no pueden soslayar aquello que los actores consideran como el destino laboral natural y deseable de un doctor en el mercado de trabajo porque en caso contrario no se podrá romper la creencia, fuertemente arraigada en la conciencia colectiva del sector académico colombiano, de percibir la universidad como el mercado natural, casi exclusivo, de los doctores.

Estas consideraciones se sustentan en la revisión de literatura sobre el concepto de innovación (ver capítulo I), en los estudios adelantados en otros países sobre el mercado de los doctores y en la manera en que el sector empresarial se está convirtiendo en un nuevo destino laboral para este segmento poblacional (Enders, 2002; Mangematin, 2000; Roach & Sauermann, 2010) (ver capítulo II), en los programas de inserción adelantados en España y Francia (ver capítulo III), algunas características del sector empresarial y del sistema de doctorado colombiano (ver capítulo IV) y finalmente en los análisis y resultados a las entrevistas hechas a empresarios y a las encuestas aplicadas a estudiantes, graduados y profesores de programas de doctorado en el área de ingeniería en Colombia (ver capítulo V).

En estas consideraciones, a diferencia del modelo de inserción de doctores que está poniendo en marcha COLCIENCIAS desde el año 2011 (Celis, 2010; COLCIENCIAS 2011a), se busca explicitar un concepto de innovación en general y uno en el sector empresarial en particular y al mismo tiempo se

considera la información recolectada sobre las percepciones que empresarios y sector académico (estudiantes, graduados y profesores) tienen sobre el rol que desempeñan los doctores en la sociedad, la academia y la empresa y la manera en que el sector académico percibe el sector empresarial en cuanto destino laboral. Se considera importante señalar estos aspectos, pues una política pública orientada a estimular la inserción doctoral, por un lado, debe estar en función de un concepto de innovación técnicamente perfilado máxime cuando el Estado colombiano busca con la inserción de doctores aumentar *las capacidades de innovación del sector empresarial* (COLCIENCIAS, 2011a). En el caso de las percepciones, creencias o valoraciones subjetivas de los actores académicos, por otro, resultan de primer orden para este tipo de iniciativas políticas. Como lo señalan Roach and Sauermann (2010) no basta con que las políticas públicas en materia de inserción apunten simplemente a que las empresas emulen las condiciones y sobre todo adopten los valores sociales de la academia (libertad, publicar, pertenecer a redes académicas, reconocimiento por pares, entre otros) para convertirse en un destino laboral tan importante como las universidades. Lo que se debe promover es una formación doctoral que esté en coherencia con los valores que caracterizan las empresas sobre todo aquellos relacionados con la generación, uso y apropiación del conocimiento. La superposición de los valores académicos sobre los empresariales no es un camino aconsejable para la inserción. En este caso, se deben afectar los valores, creencias y expectativas de los futuros doctores. Las expectativas subjetivas son un poderoso factor explicativo para comprender las razones por las cuales algunos estudiantes de doctorado optan por una carrera en la academia o en la empresa y son estas expectativas, gestadas en la mayoría de los casos en la interacción con los miembros del departamento en el cual cursaron sus estudios de doctorado, las que se deben considerar y más bien buscar durante el proceso de formación de los futuros doctores establecer estrategias para que conozcan y experimenten el mercado de trabajo del mundo empresarial. El modelo de inserción de COLCIENCIAS, pensado para insertar doctores graduados y no en proceso de formación (Celis, 2010; COLCIENCIAS, 2011a), no tiene como uno de sus aspectos decisivos los programas de doctorado en los cuales se configuran las percepciones de los actores sociales, en este caso los estudiantes, sobre los destinos laborales futuros.

El modelo de inserción francés ha adoptado un mecanismo de inserción en el cual sin lugar a dudas el proceso de formación doctoral está alineado con el conocimiento, comprensión, apropiación y puesta en práctica de los valores de las empresas. Este modelo, además de lograr coordinar las universidades, los laboratorios de investigación y las empresas alrededor de la inserción de los estudiantes durante y después de su proceso de escolarización, hace posible que los

estudiantes elaboren trabajos de investigación encaminados a resolver un problema de la empresa trayendo como resultados no sólo la mejora competitiva de las empresas sino que los potenciales doctores se forman para trabajar en este sector que indiscutiblemente tiene diferencias sustantivas con las universidades en cuanto a las lógicas y racionalidades sobre la producción y uso del conocimiento que en las universidades apuntan más al desarrollo de las ciencias que a la apropiación por parte del mercado de un producto, desarrollo o mejora y que se traduce en aumento de riqueza para la empresa. De igual manera, ha tenido un efecto en las expectativas subjetivas de los graduados y en las empresas vistas como instituciones sociales, pues los graduados encuentren en el sector empresarial un destino laboral en el cual pueden acceder a plazas a término indefinido y las empresas a su vez los perciben como un eslabón esencial para la innovación.

La salvedad sobre el modelo de COLCIENCIAS antes expuesta, más de tipo analítica que de otra naturaleza, no supone que el modelo como tal no sea adecuado. Los resultados alcanzados en la convocatoria 535 de 2011 de COLCIENCIAS (COLCIENCIAS, 2011a), la primera que hizo COLCIENCIAS para insertar doctores a las empresas, fueron importantes pues casi se duplicó el número de doctores que se había proyectado: 29 en contraste con 15 proyectados inicialmente. De todas maneras habrá que esperar los resultados de las próximas convocatorias y de los resultados de estos doctores en la empresa para aseverar sin titubeos que el modelo de COLCIENCIAS fue exitoso. Pero si es imperativo, en la óptica de las políticas públicas, plantear consideraciones que como se anotó previamente aporten al diseño de un modelo de inserción doctoral que tenga en cuenta no sólo la revisión de literatura de estudios especializados y experiencias alcanzadas en otros países sino los análisis obtenidos del trabajo de campo llevado a cabo con algunos empresarios y el sector académico colombiano que de paso sea dicho han sido poco estudiados en cuanto a sus percepciones sobre el mercado de doctores. En esta óptica, este estudio, sin parangón en estudios hechos en Colombia sobre doctores,<sup>13</sup> es una contribución para conocer a los doctores y ayudar a las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación que como se dijo en la Introducción no tienen otra finalidad que liberar las fuerzas de la innovación en beneficio del crecimiento social y económico de Colombia.

---

<sup>13</sup> Según Jaramillo los estudios que se han hecho sobre los programas de postgrado en Colombia son de reflexión general, de costos, de política pública y de impacto. En este último caso, los más frecuentes en Colombia, relacionados con la puesta en operación de los créditos educativos o llamados condonables para que colombianos realicen estudios de doctorado en el país y en el exterior en el marco de los préstamos con el Banco Interamericano de Desarrollo durante la década de los noventa y el Banco Mundial a inicios del Siglo XXI. No hay un estudio sobre las percepciones que tienen algunos empresarios y mucho menos los doctores sobre el mercado de trabajo de los doctores en Colombia (Jaramillo, 2009).

Las consideraciones están organizadas en dos aspectos intrínsecamente relaciones entre sí:

- 1) El concepto de innovación.
- 2) Las expectativas subjetivas de los estudiantes de doctorado y la formación doctoral en ingeniería.

## El concepto de innovación

Uno de los resultados que más llamó la atención fue la percepción tan diferente sobre lo que representa el concepto de innovación para empresarios y para el sector académico en relación con las definiciones técnicas que han hecho consenso internacional (ver capítulo V). Mientras los empresarios perciben la innovación como un elemento asociado a la generación de productos que son apropiados por el mercado con miras a generar riqueza, definición muy cercana a la propuesta por OECD (2009), mientras el sector académico, sin diferencias significativas entre estudiantes, graduados y profesores, la percibe *como mejorar algo o como hacer algo nuevo* con escasas alusiones al mercado, en un número de casos importante, desde la perspectiva del modelo lineal de innovación (ver capítulo I).

Esta situación lleva a proponer la adopción de una definición apropiada del concepto de innovación que además de responder a las especificidades de las empresas, se convierta en un elemento de comprensión común para el sector empresarial como para el académico. Este concepto es el elemento de interacción sobre el cual se pueden comprender con mucha más facilidad los dos sectores que como se evidenció están ubicados en orillas diferentes. Como se mostrará en lo ulterior, el concepto de innovación también debe conducir a revisar y redefinir los alcances propuestos en los objetivos educacionales de los programas de doctorado en el área de ingeniería en Colombia. No basta con postular un concepto de innovación si éste no se traduce y se promueve durante el proceso de formación de los estudiantes de doctorado. Es indiscutible el efecto que tiene la formación que reciben los estudiantes en las percepciones que ellos crean sobre la innovación y el mercado de trabajo en la empresa. La inserción doctoral no puede estimularse a espaldas de los esquemas o patrones de conducta que interiorizan los estudiantes durante su periodo de estudios. Con base en la revisión de literatura expuesta en el capítulo I se propone utilizar *una definición técnica del concepto de innovación* en los siguientes términos (ver capítulo I):

*La innovación, entendida como incorporación de conocimiento a procesos productivos y sociales, es una determinante de la competitividad y el crecimiento, ya que permite obtener nuevos procesos, productos y servicios, que al realizarse en el mercado modifican la capacidad de competencia de los productos.*

Este concepto trae aparejados los siguientes atributos los cuales se consideran distintivos en una definición técnica (ver capítulo I):

- 1) El conocimiento de las necesidades presentes y futuras del mercado son esenciales toda vez que el mercado es quien finalmente da fe de que una idea o una novedad es efectivamente una innovación.
- 2) La innovación es un proceso social y como proceso involucra a diferentes actores (proveedores de bienes y servicios, clientes, usuarios). No es un asunto exclusivo de un actor sino que la interacción, vista en una perspectiva de la división social del trabajo, entre los actores resulta decisiva.
- 3) El resultado de la innovación es lograr implantar de manera exitosa una idea en el mercado *en términos de un nuevo producto (bien o servicio), proceso o forma de organización que satisfaga unas necesidades existentes o latentes de una parte de la sociedad.*
- 4) Los procesos de innovación incluyen la sociedad completa, por ello es la sociedad completa la que debe sintonizarse para la innovación (Council of competitiveness, 2004). Son las cadenas completas de formación, desde los primeros años, las que finalmente pueden lograr este resultado: ciudadanos preparados como productores y consumidores para promover un ambiente de innovación.

Para los intereses de este estudio, se adopta la tipificación innovaciones propuestas en OECD (2009) y que fueron presentadas en el capítulo I: Innovación de producto, de proceso, en la comercialización y en la organización.

## **Las expectativas subjetivas de los estudiantes de doctorado y la formación doctoral en ingeniería**

A partir del análisis que se hizo sobre los estudios sobre el mercado de los doctores en Francia, Alemania y Estados Unidos (ver capítulo II) y de la encuesta

aplicada a estudiantes, graduados y profesores de programas de doctorado en Colombia (ver capítulo V), se pueden poner en relieve los siguientes factores que explican por qué los estudiantes y graduados de doctorado optan por escoger el sector empresarial como destino laboral:

- 1) En el estudio de Mangematin (2000) se encuentra que la colaboración con un par privado en la industria aumenta las posibilidades de que un graduado de doctorado obtenga un puesto de trabajo permanente en una empresa. Para el sector empresarial esa colaboración es más valorada que el número de artículos publicados por el estudiante durante su proceso de formación.
- 2) Enders (2002) señala que la formación doctoral se está proyectando para que los doctores puedan laborar en el sector empresarial. Esta situación obliga a repensar los perfiles de egreso y los mecanismos de formación utilizados hasta ahora en las universidades para formar a los doctores.
- 3) Roach and Sauermann (2010) en cuanto a las expectativas subjetivas a la hora de decidir sobre el destino laboral futuro de los estudiantes encuentran:
  - a) Los estudiantes optan por aquellos empleos en los cuales satisfagan ciertas preferencias como el pago, la libertad intelectual, las oportunidades para publicar o la disponibilidad de presupuesto para la investigación.
  - b) Las preferencias de los estudiantes se configuran a partir de las experiencias que tuvieron en los departamentos en cuales se formaron.
  - c) Las preferencias están influenciadas por el conocimiento que tengan los estudiantes sobre ciertas posiciones laborales.
- 4) En el caso de las encuestas aplicadas en el sector académico colombiano, se encuentra que la *no comprensión* del concepto de innovación permite inferir que los futuros doctores que se están formando en los programas de doctorado en ingeniería probablemente no tienen las actitudes y, en consecuencia, las capacidades para apoyar y eventualmente promover eficazmente la innovación que requiere el sector empresarial.

Hechas las anteriores consideraciones, se debe considerar *transformar* los actuales programas de doctorado en ingeniería en programas más enfocados en la innovación empresarial lo cual supondría:

- 1) *Redefinir los objetivos educacionales de programas en función del concepto de innovación antes expuesto.* Los programas de doctorado no pueden seguirse proyectando para reproducir casi de manera exclusiva, en términos sociológicos, las comunidades académicas de las universidades. Esta idea promovida desde los ochentas en el discurso de las políticas sobre Ciencia y Tecnología en Colombia debe ser superada (Rubio et al., 2007). Es prioritario utilizar un enfoque que favorezca la incursión de los doctores en otro mercado de trabajo diferente al académico para lograr integrar los estudiantes y graduados de doctorado en la mejora de las capacidades de innovación del sector empresarial. No se puede pretender y mucho menos mantener, bajo el supuesto de la innovación lineal esgrimido por el sector académico, que la formación doctoral debe estar dirigida únicamente hacia la investigación que produce réditos académicos, sobre todo producción de artículos científicos, que como evidenció la revisión de los estudios y experiencia internacionales es un factor indiferente para el sector empresarial que valora mucho más el trabajo colaborativo.
- 2) *Adoptar un esquema colaborativo entre universidades y empresas como el que tiene establecido el CIFRE.* Se debe promover que los programas de doctorado se concentren, al menos en un porcentaje importante, en los problemas o temas que son de interés para la empresa, de tal manera que el recurso humano que se forme no sólo resuelva los problemas sino que conozca y comprenda la racionalidad del sector empresarial. En esta perspectiva, las tesis de doctorado están proyectadas para que el estudiante aborde de manera rigurosa y con la profundidad del caso un problema de la empresa y que la realización de la misma se haga con la capacidad de infraestructura que tengan las universidades y las empresas.
- 3) *Reformular los criterios y actores que participan para crear y evaluar programas de doctorado en Colombia.* La inserción requiere que el Ministerio de Educación Nacional, como entidad reguladora de la educación superior, desempeñe un papel protagónico. Se debe generar un reglamentación específica para que los doctorados dedicados a formar doctores para la innovación empresarial tengan cabida dentro de la oferta. No es aconsejable aplicar de manera indistinta los actuales criterios contemplados en la legislación para crear un doctorado, Decreto 1295 (MEN, 2010) toda vez que los mismos están fundamentados y son evaluados por el sector académico. El sector empresarial es inexistente.

Un estudio posterior sobre la inserción doctoral en Colombia debe abordar y proponer alternativas sobre las anteriores consideraciones hechas. La



estructuración de un programa doctoral para la innovación exige también incluir aspectos de emprendimiento y pensar en los mecanismos de seguimiento y evaluación al desempeño de los estudiantes, mecanismos que deben ser concertados y aplicados de manera coordinada entre la universidad y la empresa, y proponer adiciones al sistema de aseguramiento de la calidad de la educación superior para que desde el Estado se reconozca y promueva este tipo de programas.



# Referencias

- ABET. (2005). Criteria for accrediting engineering programs. <http://www.abet.org>
- Aguirre, J. (2005). La percepción que tienen los colombianos sobre la Ciencia y la Tecnología. Bogotá: Colciencias.
- ANRT-CIFRE. (2009a). Enquête sur le devenir professionnel des anciens doctorants ayant bénéficié du dispositif CIFRE, depuis sa création en 1981: Synthèse des résultats: ANRT.
- ANRT-CIFRE. (2009b). Modalités d'attribution et de suivi des conventions industrielles de formation par la recherche - CIFRE. [http://www.anrt.asso.fr/fr/pdf/conditions\\_octroi\\_cifre.pdf](http://www.anrt.asso.fr/fr/pdf/conditions_octroi_cifre.pdf)
- ANRT-CIFRE. (2010). Présentation du dispositif CIFRE. Paper presented at the Forum CIFRE. [http://www.anrt.asso.fr/fr/pdf/diapo\\_presentation\\_cifre.pdf](http://www.anrt.asso.fr/fr/pdf/diapo_presentation_cifre.pdf)
- Bacon, F., & Butler, T. (1986). Planned innovation. Ann Arbor: University of Michigan.
- Baudelot, C., & Establet, R. (2009). L'élitisme républicain. Paris: Seuil.
- Béret, P., Giret, J.-F., & Recotillet, I. (2002). Etude sur la mobilité des jeunes docteurs: Centre d'Études et de Recherche sur les Qualifications, Laboratoire d'économie et de sociologie du travail.
- Béret, P., Giret, J.-F., & Recotillet, I. (2003). Trajectories from public sector of research to private sector : an analysis using French data on young PhD graduates: INRIA.
- Béret, P., Giret, J.-F., & Recotillet, I. (2004). L'évolution des débouchés professionnels des docteurs : les enseignements de trois enquêtes du Céreq. *Éducation & Formation*, 67(mars), 109-116.
- Bonnet, M., Peña, R., González, A., & González, T. (2005). Las políticas de recursos humanos del sistema de I+D+I: algunos resultados preliminares para España. . Paper presented at the XVI Jornadas de la Asociación de Economía de la Educación.
- BOT-TECNOS. (2006). Evaluación de gestión, resultados e impacto de los programas de formación en los niveles de maestría y doctorado financiados por COLCIENCIAS durante el período 1992-2004. . Bogotá: BOT-TECNOS.

- CaiLiu, N. (2007). Differentiation, Classification, and Future World-Class Status. In P. Altbach & J. Balán (Eds.), *World Class Worldwide: Transforming Research Universities in Asia and Latin America* (pp. 1-28). Boston: Johns Hopkins.
- Capell, E. (2010). *R&D Labor Market Insertion for Advanced Human Capital in Colombia* (Vol. Final Draft P117590). Bogotá: Word Bank.
- Celis, J. (2010). Consideraciones para diseñar un instrumento de política pública para estimular la inserción de doctores en las empresas en Colombia. Bogotá: Banco Mundial.
- Celis, J. (2011). Sistema de aseguramiento de la calidad de la educación superior en Colombia: tendencias, retos y perspectivas (Vol. Documento interno): Ministerio de Educación Nacional.
- Celis, J., & Duque, M. (2011). ¿Cuáles son los retos que enfrenta la educación superior colombiana para garantizar su pertinencia y calidad en los próximos diez años? *EGOB*(7), 24-27.
- Chaparro, F. (2008). Los doctorados en Colombia: situación actual y procesos de acreditación. Paper presented at the Simposio de investigación en Salud.
- CICT. (2007). *Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011*. Madrid: FECYT: Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología.
- CIFRE. (2011). 1981-2011: le dispositif CIFRE á 30 ans! Paris: ANRT.
- CNA. (2006). Autoevaluación con fines de acreditación de programas de pregrado.
- Colciencias. (2008). *Colombia construye y siembra futuro: política nacional de fomento a la investigación y la innovación*. Bogotá: Colciencias.
- Colciencias. (2011a). Convocatoria para estimular la Inserción de Doctores colombianos y del extranjero a las empresas en Colombia (Vol. Convocatoria 535). <http://www.colciencias.gov.co/convocatoria/convocatoria-para-estimular-la-inserci-n-de-doctores-colombianos-y-del-extranjero-las-e:Colciencias>.
- Colciencias. (2011b). Subvención para la inserción de doctores colombianos y del extranjero a las empresas en Colombia. Programa "Alejandro López". . Bogotá.
- COLCIENCIAS. (2012). Información sobre créditos educativos condonables otorgados por COLCIENCIAS. (Vol. Documento de circulación interna). Bogotá: Colciencias.
- Comber, D., & Lorraine, W. (2010). Institutional Structures to Support the Quality Enhancement Framework in Scotland: Process Efficiency or Just Muddling Through? . *Quality in Higher Education*, 16(3), 223-233.
- Congreso de la Republica de Colombia. (2004). Por medio de la cual se modifica la Ley 590 de 2000 sobre promoción del desarrollo de la micro,

- pequeña y mediana empresa colombiana y se dictan otras disposiciones. In C. d. l. república (Ed.), Ley 905.
- COTEC. (2006). El valor de los doctores en la empresa. Madrid: Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica.
- Council of competitiveness. (2004). Innovate America: Thriving in a World of Challenge and Change, National Innovation Initiative.
- Court, S. (2006). Measures to stimulate alternative career paths for PhDs in France :  
the CIFRE Agreements. Paper presented at the OECD, Marid. <http://www.oecd.org/dataoecd/11/28/36774150.pdf>
- Cruz-Castro, L. (2010). Políticas de formación, mercados de trabajo y empleo de los investigadores. Presentación Colciencias. CSIC. Bogotá.
- Cruz-Castro, L., & Sanz-Menéndez, L. (2004). The employment of PhD in firms: trajectories, mobility and innovation. Paper presented at the SPRITTE, Spain Policy Research in innovation & technology, Training & education, Leiden.
- CVLAC, & GROUPLAC. (2008). SCIENTI, from <http://www.colciencias.gov.co/scienti>
- DANE, DNP, & COLCIENCIAS. (2010). Tercera encuesta de desarrollo e innovación tecnológica. EDIT III 2005-2006. DANE, DNP, Colciencias: Bogotá. Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Departamento Nacional de Planeación, Colciencias.
- DANE, DNP, & COLCIENCIAS. (2011). Cuarta encuesta de desarrollo e innovación tecnológica. EDIT IV 2007-2008. DANE, DNP, Colciencias: Bogotá. Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Departamento Nacional de Planeación, Colciencias.
- Daza, S. (2009). Percepciones sobre la ciencia y la tecnología en Bogotá. Bogotá: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.
- De Miguel, J., & et al. (2004). ¿Sobran o faltan doctores? . EMPIRIA. Revista de Metodología de Ciencias Sociales.(7), 115-155.
- DNP. (2008). Política Nacional de Competitividad y Productividad. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación. (Vol. CONPES 3527): Departamento Nacional de Planeación.
- DNP. (2009). Política nacional de ciencia, tecnología e innovación (Vol. CONPES 3582). Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- DNP. (2010). Concepto favorable a la Nación para contratar empréstitos externos con la banca multilateral hasta por US\$ 50 millones de dólares o su equivalente en otras monedas destinado a financiar el proyecto de fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Vol. CONPES 3562). Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- DNP. (2011). Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para Todos”. . Bogotá: Congreso de la República de Colombia.

- Edgerton, D. (2004). De la innovación al uso: diez tesis eclécticas sobre la historiografía de las técnicas. *Quaderns d'història de l'enginyeria*, VI(2004).
- Enders, J. (2002). Serving many masters: the PhD on the labour market, the everlasting need of inequity, and the premature death of Humboldt. *Higher Education*, 44, 493-517.
- Giret, J.-F., & Recotillet, I. (2004). The impact of CIFRE programme into early careers of PhD graduates in France. Paper presented at the 16th Annual Conference of the European Association of Labor Economists, Lisbon.
- Gómez, V., & Celis, J. (2009). Sistema de aseguramiento de la calidad de la Educación superior: consideraciones sobre la acreditación en Colombia. *Revista colombiana de sociología*, Departamento de Sociología, Universidad Nacional de Colombia, 32(2), 87-110.
- Iniderasan, P. V. (2007). Prospects for World-Class Research Universities in India. In P. Altbach & J. Balán (Eds.), *World Class Worldwide: Transforming Research Universities in Asia and Latin America* (pp. 143-172). Boston: Johns Hopkins.
- Jaramillo, H. (2009). La formación de posgrado en Colombia: maestrías y doctorados. *Revista CTS*, 5(3), 131-155.
- Jones, A., Sainsbury, B., Dowie, N., & Kavanagh, T. (2003). *Measuring innovation performance - current status and future considerations*. Canberra: Department of Industry, Tourism and Resources.
- Por la cual se modifica la Ley 29 de 1990, se transforma a Colciencias en Departamento Administrativo, se fortalece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia y se dictan otras disposiciones, Ley 1286 de 200 C.F.R. (2009).
- Malaver, F., & Vargas, M. (2006). Capacidades tecnológicas, innovación y competitividad de la industria de Bogotá y Cundinamarca Resultados de una encuesta de innovación. Bogotá: Cámara de comercio de Bogotá y observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.
- Mangematin, V. (2000). PhD job market: professional trajectories and incentives during PhD. *Research Policy*, 29, 741-756.
- Mangematin, V. (2001). Individuals careers and collective research: is there a Paradox? *International journal of technology: is there a paradox?*, 22(8).
- Por el cual se reglamenta el registro calificado de que trata la Ley 1188 de 2008 y la oferta y desarrollo de programas académicos de educación superior (2010).
- NSF (2010). *Títulos de doctorado otorgados en Estados Unidos: 1957-2009*: National Science Foundation.
- OECD. (2009). *Oslo Manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data*. Paris: OECD.

- OECD. (2011). *Science, Technology and Industry Outlook 2010*.
- OECD, & Looney, J. (2009). *Assessment and innovation in education*. Paris: OECD.
- OLE. (2010). *Observatorio Laboral para la educación*, from (<http://www.graduadoscolombia.edu.co>)
- Popadiuk, S., & Choo, C. W. (2006). Innovation and knowledge creation: How are these concepts related? *International Journal of Information Management*, 26(4), 302-312. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2006.03.011
- Portnoff, A.-Y. (2004). *Pathway to innovation*. Paris: Futuribles.
- RICYT. (2012). *Graduados de doctorado Brasil, Chile y México: 2000-2008*. , from <http://www.riicyt.org>
- Rivera-Torres, S., Mercy, G., & Ruiz, C. (2011). Caracterización del capital humano con formación doctoral en el Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación. In OCYT (Ed.), *Indicadores de Ciencia y Tecnología*. 2010. (pp. 183-214).
- Roach, M., & Sauermann, H. (2010). A taste for science? PhD scientists' academic orientation and self-selection into research careers in industry. *Research Policy*, 39(3), 422-434. doi: 10.1016/j.respol.2010.01.004
- Rubio, C., Celis, J., & Gómez, F. (2007). Fortalecimiento de las capacidades investigativas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología: Informe Técnico Final para escalar el Programa de Investigadores de Alto Nivel. . In D. d. c. interna (Ed.). Bogotá: Colciencias.
- Ruiz, C., Pardo, M., Usgame, D., & Usgame, G. (2011). Caracterización de las capacidades departamentales de investigación. Una mirada a través de los grupos de investigación. In OCYT (Ed.), *Indicadores de Ciencia y Tecnología*. 2010. (pp. 215-248).
- Salazar-Acosta, M. (2006, September 25-27). Innovation systems based indicators: emphasis on human capital and ICTs adoption. Paper presented at the What indicators for science, Technology and Innovation Policies in the 21st century, Ottawa.
- Salazar-Acosta, M., Lucio, J., Rivera-Torres, S., Bernal, E., Ruiz, C., Usgame, D., . . . Colorado, L. (2010). *Indicadores de ciencia y tecnología*, Colombia, 2010: OCYT.
- Salazar-Acosta, M., Lucio, J., Rivera-Torres, S., Bernal, E., Ruiz, C., Usgame, D., . . . Daza, S. (2011). *Indicadores de ciencia y tecnología 2011*. In Colciencias (Ed.): OCYT.
- Sanz-Menéndez, L. (2003). Coping with researchers' labour market problems through public policy: The Spanish Ramón y Cajal Programme. (Vol. Working paper 03-15): Unidad de Políticas Comparadas (CSIC).
- Sanz-Menéndez, L., Cruz-Castro, L., & Aja-Valle, J. (2004). Evaluación de la Acción IDE (Incorporación de Doctores a las Empresas) (Vol. Working Paper 04-08). Madrid: Unidad de Políticas Comparadas (CSIC)

- Sanz-Menéndez, L., Jerez, M. J., Marqués, I., Martínez, Á., & Romero-Medina, A. (2000). Una nueva política de recursos humanos en I+D: El programa Ramón y Cajal. *Economía industrial*, 343(1), 149-160.
- Schwartzman, S. (2007). Brazil's Leading University: Original Ideals and Contemporary Goals In P. Altbach & J. Balán (Eds.), *World Class Worldwide: Transforming Research Universities in Asia and Latin America*. (pp. 143-172). Boston: Johns Hopkins.
- Sen, A. (2009). El valor de la democracia: El viejo Topo.
- Sharif, N. (2006). Emergence and development of the National Innovation Systems concept. *Research Policy*, 35(5), 745-766. doi: 10.1016/j.respol.2006.04.001
- Shi, X., Ma, Y., & Natsume, T. (2009). Confronting challenges of Chinese doctorate education with rapid expansion (China). China.
- SNIES. (2011). Cifras sobre el sistema de educación superior en Colombia, 2012, from <http://www.mineducacion.gov.co/snies/>
- SNIES. (2012). Cifras sobre el sistema de educación superior en Colombia, 2012, from <http://www.mineducacion.gov.co/snies/>
- Stoneman, P., & David, P. (1986). Adoption subsidies vs. information provision as instruments of technology policy". *The Economic Journal*, 96(Supplement), 142-150.
- Tidd, J. (2006). *Innovation Models*. London: Imperial College.
- Todtling, F., Lehner, P., & Kaufmann, A. (2009). Do different types of innovation rely on specific kinds of knowledge interactions? *Technovation*, 29(1), 59-71. doi: 10.1016/j.technovation.2008.05.002
- UNC. (2009). *Estadísticas e indicadores de la Universidad Nacional de Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- UNC. (2010). *Estadísticas e indicadores de la Universidad Nacional de Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- UniAndes. (2009). *Boletín estadístico 2008: Universidad de los Andes*.
- Universidad del Rosario. (2010). *Evaluación del impacto del programa ACCES - Componente 2- apoyo a programas doctorales: informe preliminar*. Bogotá: Universidad del Rosario.
- USPTO. (2012). *General Patent Statistics Report* available for viewing. Retrieved 2012-01-10, from The united States patent and Trademark Office <http://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/reports.htm>
- UTP, UQ, FUEC, & RAM. (2008). *Demanda tecnológica en el Eje Cafetero. Un estudio en los sectores agroindustrial, metalmecánico y turístico*. . Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, Universidad del Quindío, Fundación Universidad Empresa de Caldas, Red Alma Mater.
- Verganti, R. (2009). *Design-driven innovation: changing the rules of competition by Radically innovating What Things Mean*: Harvard Business Press.

*Doctorados en ingeniería para promover la innovación:*  
*una propuesta para acrecentar la competitividad empresarial basada en la inserción de doctores en ingeniería en Colombia*  
se terminó de imprimir en Bogotá D.C. en el mes de septiembre de 2012  
en los talleres de Opciones Gráficas Editores Ltda.  
Somos una empresa responsable con el ambiente





Varios estudios señalan que el crecimiento económico y la generación de empleo de un país se relacionan con un sector empresarial innovador. El recurso humano con doctorado resulta ser fundamental para alcanzar esta condición, pues ha sido formado para construir nuevo conocimiento vía investigación al más alto nivel. Bajo esta premisa el Estado colombiano ha propuesto incrementar el número de profesionales con doctorado en el sector empresarial en los próximos años que en la actualidad se estima en menos del 0,1% del recurso profesional en las empresas.

Siendo este el escenario, este libro pretende responder a la pregunta de ¿qué políticas públicas se deberían promover para estimular la inserción de doctores al sector empresarial y así acrecentar su capacidad de generación de conocimiento, de innovación y de competitividad en un mercado moldeado por la globalización?

Un estudio recientemente adelantado en Estados Unidos encontró que las preferencias individuales de los estudiantes de doctorado en ingeniería y ciencias básicas (publicar artículos, reconocimiento de pares, hacer investigación básica, pertenecer a redes académicas) son un poderoso

factor explicativo para comprender por qué algunos estudiantes optan de preferencia por la academia como destino laboral. Acogiéndose a esta opción teórica, este libro hace una sistematización de las preferencias de los estudiantes, graduados y profesores de doctorado en el área de ingeniería en Colombia. El resultado es que ocho de cada diez estudiantes de doctorado opta por trabajar en la academia antes que en la industria. A manera de hipótesis, el libro señala que esta tendencia se debe en parte a que los programas de doctorado están orientados a formar a los estudiantes para la cultura y valores de la academia y en tal caso, el aumento de doctores en el sector empresarial dependería de que se transformen los programas de doctorado actuales en programas que formen para la empresa al tiempo que promuevan competencias para la innovación tal como se ha hecho en varios países desarrollados.

Este trabajo se presenta gracias al apoyo de ACOFI quien financió la publicación y parte de la actividad de investigación y a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes que proporcionó el contexto y el tiempo necesario para recopilar el material que integra este libro.

*Jorge Celis  
Mauricio Duque*