

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

DEPARTAMENTO DE ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS,
ECONOMÍA FINANCIERA Y CONTABILIDAD



LA INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA DE PAÍSES EN DESARROLLO Y LA VISIÓN DE LOS ACADÉMICOS SOBRE LA RELACIÓN UNIVERSIDAD EMPRESA: UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE LA REGIÓN OCCIDENTAL DE BOLIVIA

TESIS DOCTORAL

Realizada por:

D. Ronald Huanca López

Dirigida por:

Dr. Carlos Manuel Dema Pérez

Dr. Ignacio Fernández de Lucio

Valencia, 2004

AGRADECIMIENTOS

El trabajo de tesis doctoral, ha requerido de un esfuerzo individual enorme. En el largo recorrido de la investigación científica he aprendido de numerosas personas con quienes he compartido inquietudes y experiencias. Por tal razón, quiero agradecer sinceramente a quienes han sido los Directores de Tesis, al Dr. Ignacio Fernández de Lucio y al Dr. Carlos Manuel Dema Pérez, por su comprometida dirección, valiosa orientación, colaboración y el aporte invaluable de su experiencia y conocimiento han sido una guía constante en el trabajo de un tema que fue nuevo para mí, al comienzo del doctorado.

Así mismo, tengo que reconocer que la tesis no hubiera sido posible sin el apoyo del personal del Instituto de Gestión de la Innovación y del Conocimiento - INGENIO (CSIC-UPV), en ese sentido, mi gratitud al Dr. Antonio Gutiérrez por su apoyo y sugerencias, a Isabel Piqueras por su constancia y apoyo cotidiano, a Jaider Manuel Vega por la colaboración y valiosa orientación en el proceso mismo del trabajo de tesis, a Fragiskos Archontakis por su inestimable y desinteresada ayuda en el tratamiento estadístico de los datos, a Fernando Jiménez por sus explicaciones y valiosa ayuda, a Joaquín Azagra por su crítica constructiva y orientación, a Adela García por sus consejos, a Olga Minguez por la ayuda brindada en la búsqueda bibliográfica, a Susana Pérez, Marisa Rodríguez y Marián Pérez. Otros compañeros en momentos me han dado su ayuda como Oscar Peinado, Rodrigo Lozano, Jonmi Zabala, Blas Cuesta, Alfredo Yegros, Peter Voigt y Paola Amar.

Deseo expresar mi agradecimiento a la Agencia Española de Cooperación Internacional por la beca que me fue otorgada para la realización del postgrado en España, permitiéndome estudiar fuera de las fronteras de mi país, al brindarme la oportunidad de aprender y perfeccionar mi formación de ingeniero.

Mi reconocimiento a la Universidad Politécnica de Valencia, al Departamento de Organización de Empresas, Economía Financiera y Contabilidad, a sus docentes y funcionarios que han permitido complementar mi formación mediante la oferta del programa de doctorado.

Mi gratitud al Dr. Salvador Fernando Capuz Rizo, Vicerrector de Cooperación y Proyectos Internacionales de la Universidad Politécnica de Valencia, por la ayuda concedida para concluir la tesis doctoral.

Mi agradecimiento al Dr. José Luis Tellería que ha mostrado un especial interés hacia la temática abordada y coordinación brindada para obtener los datos de la investigación. Igualmente expreso un sincero reconocimiento al Ing. Rubén Medinacelli Ortiz, Rector de la Universidad Técnica de Oruro, por su colaboración y respaldo en el diligenciamiento de las encuestas. Así mismo, a Paulino Pérez por la asistencia en alcanzar los datos de la comunidad docente.

Agradecimientos a José Luis Valderrama, Patricia Escobar, Virginia Vargas, Roberto Valenzuela, Víctor Mejía, Hans Cristian Müller, Omar Montaña, Blithz Lozada, Pedro Crespo, Susana Revollo, Pedro Miranda, Miguel Velásquez y Víctor Antonio Machaca, distinguidos participantes de la maestría en políticas, organización y gestión de la ciencia, la tecnología y la innovación, que ayudaron con los datos de la encuesta.

Por ultimo, es una enorme satisfacción agradecer a las personas que más de cerca han sobrellevado mi ausencia durante el tiempo de estudio y formación, mi familia: Celeste, Pavel, Katia, Mireya y Andrea por el estímulo moral y comprensión, a Ángela y Emma por su apoyo desmedido y gozos, a los compañeros becarios, a los amigos bolivianos y todos los amigos que sería muy largo individualizar.

INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	III
RESUMEN	XI
RESUM.....	XIII
ABSTRACT.....	XV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO Y ANTECEDENTES.....	5
1.1. OBJETIVOS Y CONTENIDO	5
1.2. ANTECEDENTES: UNIVERSIDAD Y SU ENTORNO SOCIOECONÓMICO	7
1.2.1. <i>El origen y evolución de la universidad.....</i>	7
1.2.1.1. El desarrollo histórico de la universidad.....	8
1.2.1.2. La evolución de la universidad y el contrato social.....	22
1.2.1.3. La transformación de las funciones y tipos de universidad	26
1.2.2. <i>Los cambios en la generación del conocimiento y su impacto en las transformaciones de la universidad</i>	32
1.2.2.1. La ciencia, tecnología e innovación.....	35
1.2.2.2. El papel de la innovación en el crecimiento económico.....	43
1.2.2.3. El proceso de innovación tecnológica	46
1.2.2.4. De los modelos lineales a los modelos interactivos.....	50
1.2.2.5. El contraste entre “Modo 1” y el “Modo 2”	54
1.2.2.6. Las interacciones en el proceso de producción del conocimiento: Sistemas de Innovación	58
1.2.3. <i>Las relaciones universidad empresa.....</i>	65
1.2.3.1. Consideraciones generales.....	65
1.2.3.2. Los antecedentes de la relación universidad empresa: Estados Unidos y algunos países de Europa.....	83
1.2.3.3. Las relaciones universidad empresa en América Latina.....	99
CAPÍTULO 2. MARCO DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN BOLIVIA. 119	
2.1. CUADRO SOCIOECONÓMICO BOLIVIANO.....	120
2.2. SITUACIÓN DE I+D EN BOLIVIA	123
2.3. APROXIMACIÓN AL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN.....	126
2.3.1. <i>La descripción del modelo</i>	127

2.3.1.1.	El marco legal e institucional.....	130
2.3.1.2.	El entorno científico.....	132
2.3.1.3.	El entorno tecnológico.....	141
2.3.1.4.	El entorno productivo.....	142
2.3.1.5.	El entorno financiero.....	147
2.3.1.6.	Las relaciones.....	149
CAPÍTULO 3. ENFOQUE METODOLÓGICO		153
3.1.	APROXIMACIÓN AL TEMA DE ESTUDIO	153
3.2.	OBTENCIÓN DE DATOS Y HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS	156
3.2.1.	<i>Las fuentes de Información</i>	<i>156</i>
3.2.2.	<i>Las características de la muestra y de la encuesta</i>	<i>157</i>
3.2.3.	<i>El tratamiento de los datos.....</i>	<i>159</i>
3.2.4.	<i>La metodología utilizada para los modelos econométricos</i>	<i>159</i>
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS		165
4.1.	ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS DATOS	165
4.1.1.	<i>Las características de la comunidad académica boliviana.....</i>	<i>165</i>
4.1.2.	<i>La investigación y desarrollo en la comunidad académica boliviana</i>	<i>172</i>
4.1.3.	<i>La opinión de los docentes sobre como debe actuar la universidad en las relaciones universidad empresa</i>	<i>179</i>
4.1.4.	<i>La opinión sobre la actuación de los propios encuestados.....</i>	<i>184</i>
4.1.5.	<i>La visión sobre los otros actores de la relación.....</i>	<i>189</i>
4.1.6.	<i>La administración pública como cliente y promotora.....</i>	<i>195</i>
4.2.	ANÁLISIS DISCRIMINANTE: ESTIMACIÓN DE MODELOS ECONOMÉTRICOS	197
4.2.1.	<i>El modelo 1: Tipos de I+D.....</i>	<i>201</i>
4.2.2.	<i>El modelo 2: Apoyo a los objetivos de las RUE.....</i>	<i>203</i>
4.2.3.	<i>El modelo 3: Mecanismos de fomento de la RUE</i>	<i>208</i>
4.2.4.	<i>El modelo 4: Cooperación en actividades de I+D</i>	<i>211</i>
CONCLUSIONES.....		219
BIBLIOGRAFÍA.....		229
SIGLAS Y ABREVIATURAS		245
ANEXOS		249

Listado de cuadros

Cuadro 1.1. Principales estudios a nivel macro	41
Cuadro 1.2. Principales estudios a nivel micro	42
Cuadro 1.3. Elementos de la vinculación desde la perspectiva universitaria.....	67
Cuadro 1.4. Rol de la administración pública.....	73
Cuadro 1.5. Clasificación de los instrumentos de fomento de la interacción	83
Cuadro 1.6. Distribución de los gastos de I+D por sector de financiamiento y ejecución en América Latina (en porcentaje)	104
Cuadro 2.1. Indicadores demográficos (2001).....	121
Cuadro 2.2. Gasto en I+D como porcentaje del PIB.....	124
Cuadro 2.3. Indicadores de I+D	125
Cuadro 2.4. Indicadores de educación superior (2002).....	132
Cuadro 2.5. Número de titulados según áreas de conocimiento	133
Cuadro 2.6. Centros e institutos de investigación por sector (2002).....	133
Cuadro 2.7. Centros e institutos de investigación por Departamento (2002).....	134
Cuadro 2.8. Gastos en I+D por sector de financiamiento (2001).....	135
Cuadro 2.9. Gastos en I+D por sector de ejecución (2001)	135
Cuadro 2.10. Investigadores por cada mil habitantes de la PEA	138
Cuadro 2.11. Investigadores bolivianos por nivel de formación (2001).....	139
Cuadro 2.12. Publicaciones en Science Citation Index.....	140
Cuadro 2.13. Institutos de apoyo tecnológico	141
Cuadro 2.14. Empresas de bienes de equipo y firmas consultoras en el Departamento de La Paz	142
Cuadro 2.15. Número de establecimientos en la industria manufacturera según tramo de empleo	143
Cuadro 4.1. Valor discreto asumido para el modelo 1	201
Cuadro 4.3. Variables explicativas específicas para el modelo 2	204
Cuadro 4.5. Variables explicativas específicas para el modelo 3	209
Cuadro 4.7. Variables explicativas específicas para el modelo 4	212
Cuadro 4.2. Estimación del tiempo dedicado a las actividades de I+D	215
Cuadro 4.4. Estimación del apoyo a diferentes objetivos de la relación universidad empresa .	216
Cuadro 4.6. Estimación de los mecanismos de fomento de la relación universidad empresa ..	217
Cuadro 4.8. Estimación del grado de cooperación con empresas en actividades de I+D	218

Listado de figuras

Figura 1.1. Empujón de la ciencia.....	51
Figura 1.2. Modelo lineal del proceso de innovación	52
Figura 1.3. Proceso de innovación: modelo de enlaces en cadena	53
Figura 1.4. Triángulo de Sabato	63
Figura 1.5. Relación unidireccional	77
Figura 1.6. Relación bidireccional	78
Figura 1.7. Cooperación universidad empresa	80
Figura 2.1. Modelo del Sistema de Innovación.....	128

Listado de gráficos

Gráfico 2.1. Producto Interno Bruto por actividad económica, 2002 (p).....	122
Gráfico 2.2. Distribución de los centros de I+D por áreas de conocimiento.....	134
Gráfico 2.3. Evolución de los gastos de I+D por sector de financiamiento	136
Gráfico 2.4. Evolución de los gastos de I+D por sector de ejecución.....	136
Gráfico 4.1. Género	166
Gráfico 4.2. Distribución de los docentes según edad y sexo	166
Gráfico 4.3. Grado académico.....	167
Gráfico 4.4. Años de actividad docente.....	167
Gráfico 4.5. Escala docente.....	168
Gráfico 4.6. Estancias en universidades o centros de investigación extranjeros.....	169
Gráfico 4.7. Evaluaciones de productividad de la actividad investigadora	170
Gráfico 4.8. Área científica de la actividad académica	171
Gráfico 4.9. Distribución de tiempo en las diferentes actividades académicas.....	172
Gráfico 4.10. Distribución del tiempo (real e ideal) según grado académico	173
Gráfico 4.11. Distribución del tiempo según área científica	174
Gráfico 4.12. Formas de realización de las actividades de I+D	174
Gráfico 4.13. Estructura principal donde efectúa la actividad de I+D	175
Gráfico 4.14. Distribución de tiempo entre los distintos tipos de I+D.....	176
Gráfico 4.15. Distribución de tiempo entre los tipos de I+D según área científica.....	176
Gráfico 4.16. Programas públicos que financian proyectos de I+D.....	177
Gráfico 4.17. Presupuesto anual para las actividades de I+D	177
Gráfico 4.18. Porcentaje del presupuesto anual financiado por las empresas	178
Gráfico 4.19. Financiación empresarial de la I+D por área científica.....	178

Gráfico 4.20. Opinión sobre actividades de I+D de la universidad para las empresas	179
Gráfico 4.21. Política institucional universitaria para la cooperación con empresas	180
Gráfico 4.22. Medios que dispone la universidad para gestionar la relación con la empresa...	180
Gráfico 4.23. Objetivos de las relaciones universidad empresa.....	181
Gráfico 4.24. Valoración de los mecanismos para fomentar las RUE	183
Gráfico 4.25. Importancia de los servicios para desarrollar las RUE	183
Gráfico 4.26. Cooperación con las empresas en actividades de I+D	184
Gráfico 4.27. Interés por aumentar la cooperación con empresas.....	184
Gráfico 4.28. Obstáculos a las relaciones universidad empresa	186
Gráfico 4.29. Incentivos que influyen en la relación con empresas.....	187
Gráfico 4.30. Actividades preferidas en la relación con las empresas	188
Gráfico 4.31. Disposición para la creación de empresas derivadas de la universidad	189
Gráfico 4.32. Participación en contratos con empresas	190
Gráfico 4.33. Frecuencia de cooperación con empresas, según su ubicación geográfica	190
Gráfico 4.34. Frecuencia de contratación con empresas, según su tamaño	191
Gráfico 4.35. Nivel de formación del interlocutor en la empresa	191
Gráfico 4.36. Nivel tecnológico de las empresas con las que se relacionan	192
Gráfico 4.37. Forma en la que surgen las relaciones con las empresas	193
Gráfico 4.38. Forma en que deberían surgir las relaciones con las empresas	193
Gráfico 4.39. Barreras en la relación, desde el punto de vista de los académicos	194
Gráfico 4.40. Frecuencia de contratación con la administraciones públicas.....	195
Gráfico 4.41. Medidas de la administración pública para fomentar las relaciones.....	196

RESUMEN

A lo largo de la historia, la “idea de universidad” ha cambiado sustancialmente, modificando no solo los rasgos estructurales que la definen como institución sino también su propia finalidad. Una gran transformación se evidenció a comienzos del siglo XIX cuando la tradicional universidad medieval, centrada en los procesos de enseñanza, asumió su papel como institución generadora de conocimientos a través del principio de unidad entre docencia e investigación. Este cambio, asociado a Wilhelm von Humboldt, marca el inicio de la universidad moderna y es elevado por algunos autores al grado de “revolución académica”. De forma similar, en el contexto actual ha surgido una nueva transformación, que implica, para la institución universitaria, una reconfiguración interna de sus actividades y una reformulación de su misión social. Estas nuevas transformaciones desbordan las fronteras dentro de las cuales emergieron y conllevan sustantivas alteraciones en las relaciones de poder vinculadas al conocimiento, especialmente aquellas que se desarrollan entre el sector productivo y el académico. La interacción universidad empresa adquiere de esta forma un interés mayor y es reconocida como un elemento importante dentro de las estrategias de desarrollo.

Este último aspecto constituye el eje central de la presente investigación, la cual se encuentra enmarcada en un contexto geográfico definido: la Región Occidental de Bolivia. Se pretende determinar, desde la perspectiva de los docentes, la relevancia de las actividades de I+D dentro de la institución universitaria, así como los aspectos que determinan su vinculación con el sector productivo. Todo ello atendiendo a las características del nuevo contexto, que demanda de la universidad no solo el cumplimiento de las funciones tradicionales de docencia e investigación sino también una participación más activa en el desarrollo socioeconómico de la región.

La investigación se ha desarrollado en dos grandes etapas. La primera, abarca la revisión bibliográfica del tema en cuestión y tiene como objetivo disponer de elementos de juicio que faciliten el análisis del fenómeno y la definición de posibles líneas de actuación. La segunda, comprende un estudio empírico, desarrollado a través de la aplicación de una encuesta dirigida a los docentes de las universidades públicas de la región, orientado a determinar la percepción de los académicos sobre la relación con

las empresas y el papel de su institución en el desarrollo industrial y tecnológico. Los resultados derivados de dicha investigación, pretenden contribuir a la comprensión del desarrollo de la I+D universitaria, así como al proceso de cooperación universidad empresa en regiones tecnológicamente menos desarrolladas y señalar posibles directrices para futuras políticas de fomento definidas ya sea desde el ámbito institucional o desde el nivel gubernamental.

RESUM

Al llarg de la història, la “idea de universitat” ha canviat substancialment, modificant no sols els traços estructurals que la defineixen com a institució sinó també la seua pròpia finalitat. Una gran transformació es va evidenciar al començament del segle XIX quan la tradicional universitat medieval, centrada en els processos d'ensenyança, va assumir el seu paper com a institució generadora de coneixements a través del principi de unitat entre docència i investigació. Aquest canvi, associat a Wilhelm von Humboldt, marca el inici de la universitat moderna i és alçat per alguns autors al grau de “revolució acadèmica”. De forma semblant, en el context actual ha sorgit una nova transformació, que implica, per a la institució universitària, una reconfiguració interna de les seues activitats i una reformulació de la seua missió social. Estes noves transformacions desborden les fronteres dins de les quals van emergir i comporten substantives alteracions en les relacions de poder vinculades al coneixement, especialment aquelles que es desenvolupen entre el sector productiu i l'acadèmic. La interacció universitat-empresa adquireix d'aquesta forma un interès major i és reconeguda com un element important dins de les estratègies de desenvolupament.

Aquest últim aspecte constitueix l'eix central de la present investigació, la qual es troba emmarcada en un context geogràfic definit: la regió occidental de Bolívia. Es pretén determinar, des de la perspectiva dels docents, la rellevància de les activitats de I+D dins de la institució universitària, així com els aspectes que determinen la seua vinculació amb el sector productiu. Tot això atenent a les característiques del nou context, que demanda de la universitat no sols el compliment de les funcions tradicionals de docència i investigació sinó també una participació més activa en el desenvolupament socioeconòmic de la regió.

La investigació s'ha desenvolupat en dues grans etapes. La primera, abraça la revisió bibliogràfica del tema en qüestió i té com a objectiu disposar d'elements de juí que faciliten l'anàlisi del fenomen i la definició de possibles línies d'actuació. La segona, comprèn un estudi empíric, desenvolupat a través de l'aplicació d'una enquesta dirigida als docents de les principals universitats de la regió, orientat a determinar la percepció dels acadèmics sobre la relació amb les empreses i el paper de la seua institució en el desenvolupament industrial i tecnològic. Els resultats derivats de la dita

investigació pretenen contribuir a la comprensió del desenvolupament de la I+D universitària, així com al procés de cooperació universitat-empresa en regions perifèriques i assenyalar possibles directrius per a futures polítiques de foment definides ja siga des de l'àmbit institucional o des del nivell governamental.

ABSTRACT

Along the history, the "idea of university" has changed substantially, modifying not only the structural features that define it, but also its own purpose. A great transformation was shown at the beginning of the 19th century when the traditional medieval university, based on the processes of education, assumed the role as institution generating knowledge according to the principle unit of teaching and research. This change associated with Wilhelm von Humboldt, marks the beginning of the modern university and named by some authors as the degree of "academic revolution". At the same time, nowadays, there has arisen a new transformation, which it implies, for the university institution, an internal reconfiguration of its activities and a reformulation of its social mission. These new transformations exceed the borders inside which they emerged and carry substantive alterations in the relations of power linked to the knowledge, specially those that develop between the productive and the academic sector. The university-industry collaboration acquires of this form a major interest and is recognized as an important element inside the development strategies.

This latter aspect constitutes the backbone of the present investigation, which is framed in a geographical context: the Western region of Bolivia. One tries to determine, from the perspective of the teachers, the relevancy of the activities of R&D inside the university institution, as well as the aspects that determine its links with the productive sector. All this considering the characteristics of the new context, which demands of the university not only the fulfillment of the traditional functions of teaching and research but also a more active participation in the socioeconomic development of the region.

The research has been developed in two big stages. The first one, includes the bibliographical review of the topic regarded in this dissertation and it has as objective, the arrangement of elements of judgment that facilitate the analysis of the phenomenon and the definition of possible lines of action. The second one, considers an empirical study developed across the application of a survey carried out among the teachers of the public universities in the region of Bolivia. It tries to determine the perception of the academic on the relationship with the companies and the role of their institution in the industrial and technological development. The results derived from the above mentioned research, try to contribute to the understanding of the development of R&D

activities in the universities and the university-industry collaboration in peripheral regions, and to indicate possible directives for future promotion policies, both at the institutional area and at the governmental level.

INTRODUCCIÓN

Para los representantes de la corriente neoclásica la globalización constituía un proceso importante en aras de facilitar la convergencia económica de las naciones y disminuir las disparidades existentes en materia de desarrollo. No obstante, tales efectos han sido ampliamente debatidos y la realidad de los hechos demuestra que tal convergencia no se ha producido y que por el contrario la brecha entre los países desarrollados y los que se encuentran en vías de desarrollo se ha incrementado. Hoy como ayer, las diferencias entre centros y periferias son palpables, lo único que ha cambiado han sido los factores determinantes de dicha centralidad. Las capacidades productivas, que durante la revolución industrial determinaron la línea divisoria entre las naciones, son reemplazadas por las capacidades de aprendizaje, basadas en la generación, difusión y uso del conocimiento como factor fundamental del crecimiento económico y del progreso social.

Lo expuesto precedentemente obliga a renovar los estudios referidos al desarrollo y adoptar perspectivas más acordes con las nuevas circunstancias. La división tradicional entre las posiciones extremas de dirigismo gubernamental y funcionamiento libre del mercado, ha mostrado ser ineficiente como elemento de análisis y cada vez más se reconoce el desarrollo como un proceso de transformación social integral, en el cual la interacción entre los diferentes agentes y organizaciones cobra un papel importante. De igual forma, y considerando la relevancia del conocimiento en la sociedad actual, se hace necesario prestar mayor atención a las universidades por ser, si bien no el único, el agente fundamental donde tiene lugar la generación de nuevos conocimientos.

Sin embargo, el conocimiento al que se hace referencia como elemento de desarrollo ha experimentado algunos cambios importantes en su proceso de producción. Gibbons *et al.* (1994), ha definido dicho cambio como el paso del “Modo 1” al “Modo 2”, o el desarrollo en paralelo de una forma de producción de conocimientos, transdisciplinaria, heterogénea, poco jerárquica y estructuralmente cambiante, junto con la habitual ciencia académica, disciplinaria, organizada en forma jerárquica, homogénea y con estructuras básicamente estables. Estos cambios han supuesto igualmente modificaciones en la naturaleza misma del conocimiento, adoptando como rasgo fundamental la aplicabilidad, entendida como la capacidad para satisfacer las necesidades sociales. Esta característica, aunque no es del todo reciente, se

manifiesta hoy con mayor intensidad y hace cada vez más fuerte y corta la cadena ciencia, tecnología e innovación. La producción de conocimiento adquiere por lo tanto una dimensión social y se convierte en un proceso definido por una continua negociación en la cual se contemplan los intereses de todos los actores involucrados.

En este contexto, la relación universidad empresa adquiere un protagonismo mayor ya que si bien no es la única que puede establecerse en el marco del sistema social, si constituye una de las más importantes por vincular a los representantes tradicionales del binomio ciencia-innovación. La identificación de los factores determinantes de dicha relación, así como el establecimiento de estrategias de fomento pasan a ser contempladas como elementos centrales dentro de las nuevas estrategias de desarrollo y constituyen el punto de partida de numerosas investigaciones (Lee, 1996; Etzkowitz, 1998; Meyer-Krahmer y Schmoch, 1998). De su estudio se desprenden nociones como el de la Triple Hélice que intenta dar cuenta de las transformaciones institucionales vinculadas a la emergencia de una economía globalizada y basada en el conocimiento (Etzkowitz y Leydesdorff, 1997), al tiempo en que ocupa un espacio preeminente en enfoques más generales como el de Sistema Nacional de Innovación, que trata de explicar los procesos de desarrollo a la luz del análisis de los actores que intervienen en los procesos de innovación y de las interacciones que se establecen entre ellos (Nelson, 1986; Freeman, 1987; Lundvall, ed., 1992; Nelson, ed., 1993).

Es necesario advertir que los enfoques anteriores, así como la mayor parte de los estudios adelantados sobre el tema, se han construido en el marco de los países desarrollados y descansan, en gran medida, en análisis de carácter empírico, que si bien ofrecen una perspectiva de estudio útil para las naciones rezagadas, deben abordarse con cuidado y atendiendo a las características específicas del contexto propio. No obstante, es importante anotar que el pensamiento latinoamericano en torno a la trilogía ciencia-tecnología-desarrollo tuvo un avance pionero en los trabajos de Sabato y Botana (1968), en los cuales se destacaba la infraestructura científico-tecnológica, la estructura productiva y el gobierno como los protagonistas fundamentales de las interacciones en los procesos concretos de innovación. El modelo de Sabato es similar en múltiples aspectos al de la Triple Hélice y tiene el mérito de ser anterior a este, y quizás la diferencia más importante se encuentre en que el primero era fundamentalmente un concepto normativo, que establecía en cierta forma una directriz general para fomentar el desarrollo científico tecnológico pero que no mostraba evidencia de que ello estuviera sucediendo; mientras que el segundo es

un concepto descriptivo, que da cuenta de la dinámica real de la última década evidenciada en los países desarrollados (Arocena y Sutz, 2001).

Las ideas de Sabato y de Botana, más que reflexiones académicas fueron políticas, que reconocieron a la investigación científica y tecnológica un papel relevante en las transformaciones de la sociedad. Resulta imprescindible avanzar en la realización de análisis que partan de la periferia y que atendiendo a las especificidades culturales, políticas e institucionales existentes ofrezcan posibles trayectorias para el desarrollo futuro, fundamentadas en los beneficios derivados de la actuación sistémica de los diversos agentes sociales. En esta línea de pensamiento se enmarca la presente tesis doctoral, que trata de hacer aportaciones a las posibilidades de actuación que tiene un país tecnológicamente rezagado, como es el caso de Bolivia, para afrontar la problemática del desarrollo contemplando para ello el estudio de un aspecto en particular, el papel de las universidades en los procesos de innovación.

Para llevar a cabo lo expuesto precedentemente, este trabajo contempla dos líneas de estudio generales. La primera, está orientada a la identificación de los elementos determinantes de la evolución de la institución universitaria así como los factores clave en su proceso de vinculación con el entorno socioeconómico. La segunda, está dirigida a la caracterización del marco institucional boliviano y de la comunidad académica inserta en él, en función del análisis de las capacidades científico-tecnológicas existentes y de la dinámica de los diferentes actores como agentes de innovación.

El primer tema es abordado a través de una revisión bibliográfica, en la cual se contemplan algunos de los enfoques explicativos más importantes concernientes al desarrollo de la universidad y a la evolución de sus relaciones con el sector productivo. Esta revisión parte del análisis de experiencias internacionales, acercándose paulatinamente a la situación en el ámbito latinoamericano.

La segunda línea de estudio tiene dos componentes principales, los cuales se analizan en el contexto boliviano. El primero, relacionado con la caracterización del componente institucional, se desarrolla basándose en el concepto de los Sistemas Nacionales de Innovación y parte del análisis de estudios previos y de los principales indicadores de ciencia y tecnología existentes en Bolivia. El segundo componente, se basa en un estudio empírico desarrollado a través de la aplicación de una encuesta a la comunidad académica de la Región Occidental de Bolivia, que pretende dilucidar los

aspectos más importantes, tanto a nivel institucional como personal, que influyen en el desarrollo de la I+D dentro de la universidad y en el grado de cooperación entre la universidad y la empresa. En este sentido, se indaga la visión particular de los docentes sobre las actividades de I+D y sobre el proceso de cooperación en aras de identificar elementos culturales relevantes. Igualmente, se intenta aproximar la relación entre ciencia y tecnología, tratando de responder a preguntas específicas como: ¿que áreas científicas son las que más se relacionan con la industria? ¿que objetivos y mecanismos son apoyados para fortalecer las relaciones universidad empresa? ¿qué influencia tiene la relación con el sector productivo en la composición de las actividades de I+D universitarias?.

CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO Y ANTECEDENTES

1.1. Objetivos y contenido

El objetivo general de la tesis es contribuir al conocimiento del papel de la universidad en un país en vías de desarrollo, analizando las características de la investigación académica que se lleva a cabo en las universidades públicas bolivianas y sus posibilidades de relación con el entorno socioeconómico, todo ello en el marco del desarrollo de los procesos de innovación tecnológica.

Para ello, se han planteado los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar a través de la revisión bibliográfica, el proceso evolutivo de la institución universitaria, contemplando el cambio en sus funciones, su relación con el entorno socioeconómico y su papel dentro de los procesos de innovación tecnológica.
2. Estudiar los factores determinantes en el proceso de relación universidad empresa, identificando los beneficios y obstáculos existentes en dicha relación así como aquellos elementos que han condicionado su desarrollo en los diferentes contextos nacionales.
3. Describir el marco de la ciencia y tecnología en Bolivia, realizando una aproximación a su Sistema Nacional de Innovación que permita clarificar el papel de los diferentes actores y determinar el grado de articulación de los mismos.
4. Caracterizar, por medio de un estudio empírico, la naturaleza de las actividades de I+D que se desarrollan en las universidades públicas bolivianas y la visión de los académicos sobre la relación con el entorno socioeconómico.
5. Plantear y estimar una serie de modelos econométricos, que permitan determinar los factores que influyen en la investigación académica y los determinantes de la relación universidad entorno socioeconómico, así como los mecanismos de fomento más adecuados para el desarrollo de las relaciones en el contexto específico boliviano.

El presente trabajo de tesis está estructurado en una introducción y cuatro capítulos que constituyen la columna vertebral de la investigación. En el primero se recopila el estado del arte en torno al debate sobre la evolución de la universidad y su relación

con el sector productivo. En el se plantean los enfoques teóricos más relevantes de la relación universidad entorno socioeconómico y el desarrollo de los procesos de innovación, los cuales representan el fundamento conceptual de toda la investigación.

En el segundo capítulo, se analiza bajo el enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación las características del componente institucional boliviano en materia de ciencia y tecnología. En el se trata de determinar las capacidades científico-tecnológicas existentes, en función de la capacidades individuales de cada agente y del nivel de interacción entre ellos.

En el tercer capítulo se describe el enfoque metodológico utilizado para cumplir con los objetivos propuestos, detallando las estrategias de recolección de información y las herramientas empleadas para el tratamiento y análisis de los datos.

En el cuarto capítulo se presentan los resultados derivados del estudio empírico realizado, a través de un análisis descriptivo de los datos que permite caracterizar las actividades de investigación universitaria y un análisis discriminante que ayuda a clarificar los factores determinantes de la cooperación entre la universidad y el entorno socioeconómico.

Por ultimo, se exponen las conclusiones del trabajo de tesis, en las que se sintetizan las principales aportaciones del estudio relacionadas con los objetivos del trabajo de investigación.

1.2. Antecedentes: Universidad y su entorno socioeconómico

1.2.1. *El origen y evolución de la universidad*

La extensión y profundidad de las transformaciones que la universidad ha experimentado en las últimas décadas es un fenómeno complejo y bajo ninguna circunstancia novedoso. Con el paso del tiempo, la “idea de universidad” ha cambiado sustancialmente, modificando no solo los rasgos estructurales que la definen como institución sino también su propia finalidad. Para entender el papel que juega la universidad en el contexto actual, es necesario comprender la verdadera dimensión de su proceso evolutivo, haciendo hincapié la atención en la identificación de los diferentes factores, tanto internos como externos que han condicionado su desenvolvimiento y desarrollo. En este sentido, Arocena y Sutz (2001) manifiestan: “las posibilidades que encierra el futuro [de la universidad] dependen en medida significativa de la trayectoria pasada, del tipo de instituciones y de relaciones con la sociedad que la historia ha forjado”.

El presente apartado intenta dar algunas luces sobre los aspectos antes mencionados, utilizando para ello tres aproximaciones, que aunque diferentes en su eje central de análisis son convergentes en múltiples aspectos. Inicialmente, se presenta una perspectiva histórica los aspectos relevantes que han determinado la trayectoria de la universidad, desde la edad media (período en el que generalmente se reconoce la creación de las primeras manifestaciones de la universidad moderna) hasta nuestros días. Posteriormente, a través de un enfoque alternativo, se explica el proceso evolutivo de la universidad en función de los cambios ocurridos en los compromisos y beneficios establecidos, tácita o explícitamente, entre la universidad por un lado y la sociedad y el Estado por el otro. Dicho fenómeno, ha sido expresado por algunos autores en términos de un “contrato social cambiante”¹. Por último, adoptando un enfoque similar a la teoría biológica de la evolución, se describen los diferentes tipos o “*especies*” de universidades que han surgido en el tiempo. La clasificación presentada se establece en razón del énfasis que cada tipo de universidad ha dado a las funciones de enseñanza, investigación y contribución a la economía, analizando el cambio en las relaciones y tensiones entre las mismas.

¹ Este enfoque es desarrollado por autores como: Guston y Keniston (1994); Martin y Etzkowitz (2000); Martin (2003).

1.2.1.1. El desarrollo histórico de la universidad

A lo largo de la historia la universidad ha ido cambiando sus patrones de conducta, lo cual ha condicionado la aparición de diversos tipos de instituciones, el ensanchamiento de las funciones de la misma y modificaciones en las relaciones con los demás agentes sociales. Estas transformaciones, han hecho que algunos autores (Wittrock, 1993; Etzkowitz, 1997; Geuna, 1999) identifiquen a la universidad, junto con la iglesia, como una de las instituciones más innovadoras y al mismo tiempo más respetadas en la historia de la humanidad. La sola definición del concepto de universidad ha sido una tarea que ha llamado la atención de políticos, académicos, teólogos, filósofos e historiadores. Rothblatt y Wittrock (1993;1) escriben al respecto que: “La realización de esta tarea [la definición del concepto de universidad] les ha sido imposible, hasta el punto que a partir del siglo XVIII, las universidades han sido incluidas en una categoría mucho más amplia aunque menos romántica llamada educación superior”. Este último término, continúa siendo impreciso y ambiguo, debido a que su connotación varía dependiendo del país en el que se emplee y del período de tiempo considerado (Rothblatt y Wittrock, 1993; Geuna, 1999).

Geuna (1999;38), presenta una tipología de los diferentes estadios o periodos de evolución histórica de la universidad, partiendo de la edad media hasta finales de la década de 1970. La clasificación propuesta por este autor, que se utiliza como marco de referencia en la exposición siguiente, distingue cuatro fases, además se incluye una quinta como resultado del presente estudio:

- a) “El nacimiento de la universidad”, etapa que incluye su desarrollo como institución original, y se extiende desde finales del siglo XII hasta comienzos del siglo XVI;
- b) “El período de decadencia”, entre la segunda mitad del siglo XVI y finales del siglo XVIII, cuando la revolución científica y la primera institucionalización de la ciencia moderna ocurrieron fundamentalmente fuera de las universidades;
- c) “La recuperación y la transformación alemana”, desde comienzos del siglo XIX hasta la Segunda Guerra Mundial;
- d) “La expansión y diversificación”, desde 1945 hasta finales de los 1970;
- e) “La contribución al desarrollo económico”, desde 1980 hasta comienzos del siglo XXI.

Partiendo de esta clasificación, se analiza en los apartados siguientes el desarrollo histórico de la universidad, identificando sus raíces medievales y el camino evolutivo seguido en función de su papel en la sociedad, los objetivos contemplados y el paulatino acercamiento a las ideas de descubrimiento científico, a través de la investigación y contribución al desarrollo económico, por medio de la comercialización y aplicación del conocimiento generado.

1.2.1.1.1. El nacimiento de la universidad. Finales del siglo XII y comienzos del siglo XVI

Aunque es posible encontrar referencias de instituciones de educación superior desde la época de Carlomagno, es solo hasta la edad media (específicamente durante los siglos XII y XIII), donde se desarrolla la que quizás constituye el primer referente de la universidad moderna. Los trabajos técnicos e historiográficos consultados coinciden en afirmar que la idea de universidad es fundamentalmente una creación europea, que tuvo sus primeras manifestaciones en Italia y Francia medieval, donde comenzaron a aparecer las primeras instituciones orientadas hacia la universalidad del saber y al otorgamiento de grados académicos a sus egresados (Cobban, 1975; Rudy, 1984; Wittrock, 1993; Geuna, 1999).

Durante este período se desarrollaron casi de forma paralela dos tipos de universidades diferenciadas en razón de las disciplinas emprendidas y de las relaciones de poder que establecieron con su entorno. Estas universidades se clasificaron bajo las denominaciones de *universitas magistrorum*, como las de París, y la *Universitas Scholarium*, como la de Bolonia (Geuna, 1999).

La universidad de París se caracterizaba por su fuerte lazo con la autoridad religiosa, y era el resultado de la evolución de las escuelas eclesiásticas que florecieron en el siglo XII. En un principio, esta universidad se dedicaba únicamente al estudio de la teología y era dirigida por un canciller que operaba bajo la autoridad del obispo. Con el tiempo, el crecimiento del número de estudiantes así como el aumento de las disciplinas impartidas, provocaron transformaciones importantes en la estructura y organización inicial de la institución. Los maestros aumentaron en número y fueron organizándose en gremios que paulatinamente adquirieron un poder significativo y que a menudo estuvo en contraposición al poder de las autoridades religiosas locales. Esta lucha de poder generó diversas tensiones al interior de la universidad que al final debían ser dirimidas por una autoridad más universal, ya fuera el Papa o el propio Rey. Los maestros tenían la responsabilidad de organizar las facultades y los

contenidos programáticos de las diferentes áreas del conocimiento, siguiendo las directrices del pensamiento cristiano y gozaban de todos los derechos y prerrogativas existentes (Geuna, 1999;38-39).

Por otra parte, la universidad de Bolonia presentaba una dinámica diferente. Superando las barreras territoriales se convirtió en una institución mucho más internacional. A diferencia de la universidad de París, en esta universidad florecieron las leyes y la medicina en lugar de la teología, evidenciando con ello una dependencia religiosa menos importante. Debido a la diversidad territorial de los alumnos, esta universidad se organizó como una corporación de diferentes universidades monodisciplinarias, en cada una de las cuales los estudiantes eran agrupados en función de su nacionalidad. Así mismo, los estudiantes eran los únicos miembros de la institución que disfrutaban de los derechos universitarios, mientras que los profesores simplemente estaban vinculados a través de contratos anuales. Este modelo universitario se extendió por todo el sur de Europa durante el siglo XIV antes del gran cisma de occidente, período después del cual surgieron nuevas instituciones dedicadas a la enseñanza de las artes, la teología, las leyes y la medicina, que adoptaron el modelo parisino (Geuna, 1999;39).

Paralelo al término *universitas (magistorum o scholarium)* comenzó a utilizarse otro, el de *Studium generale*, el cual alcanza una connotación legal solo hasta la segunda mitad del siglo XIII. La universidad cobijada bajo este estatus tenía la potestad de otorgar grados doctorales, reconocidos a través del cristianismo, que facultaban a los que los obtuvieran para enseñar en cualquier universidad. Esta característica estimuló el carácter supranacional de la institución y el desarrollo de comunidades académicas de maestros y sabios que viajaban de una institución a otra disfrutando de los mismos privilegios y deberes, sin importar su ubicación geográfica, y con cierta independencia de las autoridades, ya sean religiosas o legales. De igual forma, la institución de *studium generale* contaba con el apoyo de la autoridad local, la cual a su vez tenía la protección imperial o papal. La universidad era considerada un agente de gran importancia en la sociedad debido a que su presencia incrementaba el prestigio y la salud del territorio donde se encontrara, aspecto que aumentaba de cierta forma su poder de negociación ante las autoridades generales y su autonomía de las locales².

² Durante este período se presentaron algunas disputas entre las autoridades locales y las comunidades de maestros que se oponían al control directo de la institución alegando el carácter supranacional de la misma. El cese de actividades y el apoyo de las autoridades generales, representaron las estrategias principales de las universidades (Cobban, 1975; Geuna, 1999).

El término de *studium generale* alcanzó una gran difusión por toda Europa y los títulos otorgados en estas instituciones eran garantizados a través de bulas papales. Los acontecimientos políticos y religiosos posteriores provocaron un cambio tanto en la terminología como en el carácter de las instituciones, reemplazando en la mayoría de los casos el aval religioso por uno de carácter imperial, real o gubernamental.

La palabra *universitas* constituye el origen del vocablo universidad y con él se designaba de modo genérico, al conjunto de personas que como gremio o corporación estaban involucrados en la elaboración y transmisión del conocimiento. Era una comunidad con cohesión interna, organización articulada y personalidad corporativa. Los miembros de dicha corporación, constituían una comunidad internacional, que sin importar su ubicación geográfica disfrutaban de los mismos derechos, tenían una organización similar, un lenguaje común (el latín) y gozaban de cierto grado de independencia de poderes externos (Perkin, 1984; Geuna, 1999).

A raíz de los diversos cambios ocurridos en el entorno, varias de las características anteriores desaparecieron y la universidad cayó en un período de decadencia en el cual, quizás el aspecto mas significativo fue la pérdida de su carácter supranacional y el desarrollo de una mayor dependencia hacia los poderes locales.

1.2.1.1.2. El período de decadencia. Segunda mitad del siglo XVI y finales del siglo XVIII

Finalizando la edad media se presentaron diversas transformaciones a nivel político y social que provocaron cambios importantes en la organización y estructuración de la universidad medieval. A partir del siglo XVI y hasta la segunda mitad del siglo XVIII, la universidad tuvo que enfrentar diversas presiones provenientes de un nuevo entorno intelectual. El renacimiento humanista, la revolución científica, el triunfo del estado nacional, la Reforma, son algunos de los acontecimientos que provocaron una nacionalización de la universidad en contraposición al carácter supranacional que desarrolló en el período inicial, así como una fuerte división entre las instituciones católicas y protestantes. La autonomía que la institución universitaria ostentó durante gran parte de la edad media se vio quebrantada, convirtiéndose en una corporación mas dependiente del apoyo local, que demandaba continuas subvenciones del gobierno municipal y nacional para poder cubrir sus gastos de funcionamiento (Arocena y Sutz, 2001). Para, Geuna (1999; 42-43) estos cambios fueron los primeros síntomas de una cierta debilidad intelectual que emergieron por el carácter

conservador del plan de estudios. En este sentido, Rudy (1984; 87) expone: “las universidades mantenían unas metodologías y unos currículos estrechos y anticuados que realizaban pocas contribuciones al pensamiento y eran opuestos a las ideologías engendradas por el renacimiento”.

Arocena y Sutz (2001), manifiestan que durante el “período de decadencia” se distinguen dos etapas de aguda inadaptación de la universidad a transformaciones culturales surgidas fuera de éstas: la primera es el renacimiento humanista, que atacó la universidad escolástica, y la segunda la constituye la renovación filosófica y científico-natural del siglo XVII (Descartes, Spinoza, Leibniz, Pascal, Kepler), que conllevó a que las universidades se hicieran más científicas.

Con relación a la primera transformación, la mayor parte de las instituciones existentes reaccionaron de forma similar. Si bien las universidades medievales presentaban cierto grado de heterogeneidad, una característica común era el conservadurismo de sus currículos, determinada por una fuerte orientación religiosa, que conllevó a que un porcentaje considerable de las universidades se opusieran al cambio y no aceptaran el humanismo sino hasta finales del siglo XVI (Geuna, 1999).

En este contexto, las universidades no jugaron un papel determinante como fuente generadora de conocimiento, es más la mayor parte de las contribuciones que se hicieron durante este período provinieron de sociedades académicas y científicas diferentes de éstas. Las instituciones no universitarias que se desarrollaron siguieron dos modelos organizacionales: el de la *Royal Society* fundada en Londres en 1662 y el de la *Académie Royale des Sciences*, fundada en Paris en 1666.

La *Royal Society* se caracterizaba por ser una institución independiente, que no mantenía ningún vínculo con el Estado y en la cual sus miembros tenían plena libertad para dirigir sus acciones. Estas sociedades se dedicaba fundamentalmente a la confrontación y verificación del conocimiento científico más que a la investigación. El modelo Francés por el contrario, se desarrolló bajo el amparo estatal y su función se centraba en la coordinación, control y desarrollo de la investigación en el reino. Este último modelo tuvo mayor difusión que el anterior y se convirtió en el esquema dominante durante el siglo XVIII en toda Europa (Ferrone, 1992).

Según, McClellan (1985) en el período comprendido entre mediados del siglo XVII y finales del siglo XVIII, las sociedades y academias científicas mostraron un aumento

considerable, tanto en Europa como en América, alcanzando la cifra de 100 instituciones activas. Con el tiempo, el surgimiento de nuevos campos científicos indujo a la especialización de las sociedades académicas, las cuales sin embargo, se mostraron incapaces de abarcar todas las disciplinas emergentes, hecho que favoreció el camino para el desarrollo de la investigación científica al interior de las universidades.

1.2.1.1.3. La recuperación y transformación alemana. Desde comienzos del siglo XIX hasta la Segunda Guerra Mundial

Después de aproximadamente dos siglos de estancamiento, la universidad inició un proceso de reivindicación social, asumiendo su papel como institución generadora de conocimientos a través del principio de unidad entre investigación, docencia y estudio. Como se mencionó anteriormente, las falencias mostradas por las sociedades académicas al momento de abordar las diferentes disciplinas científicas abrieron un campo significativo para el desarrollo de la universidad. Este fenómeno, es elevado por algunos autores (Etzkowitz, 1990; Clark, 1997) a la dimensión de “revolución académica”, aduciendo que las transformaciones evidenciadas a comienzos del siglo XIX y que culminaron con el desarrollo de la moderna universidad de investigación, no tienen ningún precedente en los siglos anteriores, desde el nacimiento de las *universitas* en Paris y Bolonia en el siglo XII.

En el nuevo ambiente político, religioso y científico, la universidad se desarrolló como una nueva clase de institución, conservando algunos rasgos característicos de su antecesora medieval y adoptando otros que habían sido desplegados por las sociedades y academias científicas (Geuna, 1999). Tres casos merecen especial atención: el de Alemania, Inglaterra y Francia, los cuales a pesar de sus diferencias presentaron las siguientes características comunes: a) incorporaron y desarrollaron las metodologías de investigación científica implementadas por las sociedades y academias en el siglo XVIII; b) incorporaron la subdivisión del conocimiento al interior de las disciplinas, con lo cual los profesores centraban sus actividades de enseñanza e investigación en un área específica de estudio; c) poseían una organización articulada y un estatus legal.

Cabe destacar que aunque la división del trabajo científico se concibe como un resultado del modelo Alemán, existen referencias anteriores que datan del renacimiento escocés, donde se pueden observar algunas divisiones en la estructura

de la universidad, atendiendo a las diferentes disciplinas científicas abordadas (Wood, 1994). No obstante, la reforma alemana de principios del siglo XIX, relacionada con el nombre de Wilhelm von Humboldt, representa en la mayoría de los trabajos históricos y técnicos el hecho que marca el fin de la universidad medieval y el inicio de la universidad moderna en Europa (Fichte *et al.*, 1959; Etzkowitz, 1990; Wittrock, 1993; Clark, 1997).

En el año 1809, Humboldt y un grupo de empleados del Ministerio del Interior definieron los principios y la estructura organizacional de lo que llegaría a ser un nuevo modelo de universidad. Humboldt en su obra *“Sobre la organización interna y externa de los establecimientos científicos superiores de Berlín”*, publicada en 1810, señala: “Una de las características de los establecimientos científicos superiores es, nunca considerar a la ciencia como un problema totalmente resuelto y permanecer constantemente investigando.... la presencia y la cooperación de los alumnos es parte integrante de la labor de la investigación, la cual no se realizaría con el mismo éxito si ellos no secundasen al maestro. Caso de que no se congregasen espontáneamente entorno suyo, el profesor tendría que buscarlos, para acercarse más a su meta mediante la combinación de sus propias fuerzas, adiestradas pero precisamente por ello más propensas a la unilateralidad y menos vivaces ya...” Humboldt continúa afirmando: “que establecimientos científicos superiores no son más que la vida espiritual de los hombres a quienes las condiciones exteriores o un impulso interior empujan hacia la ciencia y a la investigación”³. Por los escritos de Humboldt, se puede concluir que la función primordial de la universidad es la generación de conocimiento, mediante una acción creadora que enaltece al hombre y que depende de la actividad sinérgica de los profesores y los estudiantes. Por consiguiente, la acción docente es en sí un medio para la investigación.

La universidad de Berlín, fundada en 1810, fue el más genuino ejemplo del modelo de universidad Humboldtiano, fundamentado en la unión de las actividades de enseñanza e investigación. En la base de este modelo subyace la idea de que los profesores y estudiantes “se consagran a la ciencia para su propia consideración, con el propósito de dominar un campo autónomo de conocimiento organizado, acorde con los principios de una formación libre” (Spinner, 1993).

³ Tomado de Bonvecchio, C. (1997); El mito de la universidad. Introducción, selección y notas. Siglo Veintiuno editores, México, 7ª edición.

Es importante tener en cuenta el papel determinante que jugó el Estado en el desarrollo de la universidad alemana. Durante el siglo XIX el Estado prusiano y posteriormente el Estado imperial, implementaron una serie de acciones, similares a las contempladas en la política científica moderna, orientadas al desarrollo del sistema universitario, contemplando fundamentalmente incentivos de carácter económico. Todo ello respondía a la visión que tenía el estado Alemán de la universidad, la cual era contemplada no solo como fuente de conocimiento sino también como un elemento clave para el fortalecimiento de la identidad cultural de la nación. En este sentido, bajo la acción directa del Estado se crearon, durante el período comprendido entre la guerra Franco-prusiana y la Primera Guerra Mundial, entre 150 y 200 nuevos institutos de investigación y se produjo un notable aumento en el número de estudiantes matriculados, superando la cifra de los 60.000 en el año de 1914 (McClellan, 1983). De esta forma, el modelo alemán se convirtió a finales del siglo XIX, en el esquema orientador de las reformas universitarias, no solo en Europa, sino también en América y algunos países de Asia (Perkin, 1984; Etzkowitz, 1990; Geuna, 1999).

Según, Wittrock (1993) el gran impacto a largo plazo de las reformas humboldtianas no fue la conservación de una concepción particular de especialización científica apropiada, sino la resurrección, o la creación de un escenario institucional autónomo para las actividades intelectuales que más tarde serían co-extensivas con la universidad moderna hacia la investigación.

En Gran Bretaña se vivió también un proceso de transformación complejo. Durante la primera mitad del siglo XIX el discurso predominante en Inglaterra era el postulado por el Cardenal Newman relacionado con la educación liberal, alejada de estrechas consideraciones de utilidad y de intereses vocacionales, la cual constituía un explícito rechazo a las intenciones utilitaristas y profesionalizantes que veían a la educación como un medio para alcanzar fines de tipo práctico (Wittrock, 1993). Posteriormente, bajo la influencia de las reformas alemanas se evidenció el surgimiento de las llamadas “universidades cívicas” como: Leeds, Liverpool, Manchester, Birmingham, que contrario a las universidades existentes, Oxford y Cambridge se orientaron en mayor medida hacia las necesidades científicas y tecnológicas de la nación, desarrollando nuevos currículos con objetivos utilitaristas (ingeniería, arquitectura y agricultura) sin descuidar las actividades de educación profesional y liberal (Rudy, 1984; Geuna, 1999). No obstante, algunos autores (Perkin, 1984) manifiestan que en el desarrollo de las universidades inglesas, el modelo alemán no fue la única

referencia. El sistema de contratación docente, por ejemplo, se asemejó mucho más al esquema escocés. En el Reino Unido, el profesor no era un empleado oficial contratado por el Estado, tal como ocurría en Alemania, sino por el contrario era un empleado de una universidad independiente⁴.

En Francia, después de la revolución, se abolieron las 22 universidades existentes y en su reemplazo se crearon dos tipos de instituciones con orientaciones claramente opuestas. De una parte, se fundaron las *Grandes Écoles*⁵ que tenían un carácter utilitario, dedicadas a la producción de conocimientos científicos y tecnológicos, y a la formación de estudiantes en las carreras que le ofrecieran servicio al estado (militar o burocrático) y de otra parte se mantuvieron facultades independientes dedicadas al estudio de las artes liberales (Rudy, 1984; Martin y Etzkowitz, 2001). Otra característica de las instituciones francesas fue su alta dependencia al control estatal, a través del Ministerio de Educación. La independencia institucional típica del sistema inglés, o la autonomía del investigador en el sistema alemán, fueron aspectos imposibles de desarrollar en el sistema francés. La educación superior en general tenía un carácter fuertemente utilitario, subordinado a los intereses nacionales (Geuna, 1999).

La difusión del modelo alemán traspasó las fronteras europeas y llegó hasta los Estados Unidos. Los métodos y fines de la universidad alemana fueron transportados a este país, a través de la literatura alemana bien extendida durante este período, y por medio de los expatriados alemanes que enseñaban en las universidades estadounidenses. En este sentido, Wittrock (1993) dice: “el papel de la universidad alemana como instituciones ejemplares también fue extremadamente importante en el debate suscitado en los Estados Unidos. Un efecto de esta influencia fue el creciente énfasis que se puso en los nuevos escenarios para la investigación y la formación graduada”. Se crearon instituciones completamente nuevas donde la orientación hacia la investigación llegó a jugar un papel destacado. La Universidad John Hopkins⁶, establecida en 1876, fue la primera institución estadounidense de este tipo (Wittrock, 1993). Posteriormente, se establecieron 15 “*Graduate Schools*” (con cursos de

⁴ En Alemania los profesores no eran miembros de un profesión legalmente “libre”, sino que pertenecían al sector público de los *Beamten*, o funcionarios, con todos los derechos y obligaciones que ello suponía. Al respecto puede consultarse: Wittrock (1993).

⁵ Por ejemplo: École Polytechnique (1794), École Normale Supérieure (1795).

⁶ De sus 53 profesores en 1884, todos habían estudiado en Alemania, trece con grado de doctores. Al respecto puede consultarse: Arce, T. P. (1997); El fin de la universidad, segunda ponencia presentada a la XIII asamblea académica, revista acta académica, Universidad Autónoma de Centro América, número 21, noviembre, pág. 199-202.

Maestrías y Doctorado) que alcanzaron un desarrollo importante⁷. Así mismo, en Estados Unidos se gestó el nacimiento de un nuevo tipo de universidad, orientada explícitamente hacia las necesidades locales o regionales, inicialmente de carácter agrícola pero después con una orientación industrial más general. En 1862, se aprobó el Acta Morrill, con la cual se crearon las “*Land Grant Universities*” (Becas de terreno para las universidades), instalando colegios estatales de servicios agrícolas para asistir a las empresas del campo, y con ello hacerlas más productivas⁸.

En este último país, el desarrollo de las universidades fue mucho más dinámico, representado no solo por el incremento considerable en el número de instituciones sino también por las transformaciones internas que conllevaron a la creación de modelos universitarios un poco diferentes a los alemanes de los cuales se derivaban⁹. A comienzos del siglo XX, el número de universidades en los Estados Unidos era más de seis veces superior al existente en el siglo anterior y crecía por lo menos al mismo ritmo que en Alemania (Wittrock, 1993). De otra parte, la organización disciplinar del universo cognitivo, tal como se mencionó anteriormente constituye un legado del modelo alemán, alcanzó un nivel de especialización mucho mayor en los Estados Unidos que en Alemania.

En resumen, a partir del siglo XIX la universidad inicia todo un proceso de transformación, que tiene su foco especialmente en la sociedad alemana, y que luego se difunde por todo el mundo, dando origen a la idea moderna de universidad. En términos generales, sin considerar las diferencias específicas de cada entorno nacional, este nuevo modelo universitario se caracterizó por:

- a) Combinar las actividades de enseñanza con las actividades de investigación orientadas a la generación de nuevos conocimientos, algunos con carácter utilitarista y otros por el contrario como un instrumento para “la propia consideración” de los investigadores;
- b) Incorporar la subdivisión al interior de disciplinas en función de los diferentes campos del conocimiento existente;
- c) Adoptar una organización articulada y un estatus legal de carácter nacional y,

⁷ En 1900 ya se habían conferido 164 títulos de Doctor y el número de estudiantes en las “*Graduates Schools*” había aumentado a 2872.

⁸ Este hecho constituye uno de los primeros antecedentes de la vinculación universidad empresa en el mundo occidental moderno.

⁹ Las “*Land Grant Universities*” es un ejemplo, de esas transformaciones.

- d) Contribuir al fortalecimiento de las capacidades científica-tecnológicas de los nuevos Estados-nación.

Siguiendo este esquema general, las universidades desarrollaron un proceso de expansión y diversificación considerable, estimulado en gran parte por el papel crucial que jugaron los descubrimientos de la investigación científica en la Segunda Guerra Mundial y por el cambio en la demanda, tanto de la industria como del gobierno, relacionada con el nivel de formación y las habilidades requeridas en los nuevos profesionales.

1.2.1.1.4. La expansión y diversificación. Desde 1945 hasta finales de los 1970

En este período se gestó en la mayor parte de los países desarrollados, especialmente en los Estados Unidos, un rápido crecimiento de las instituciones universitarias, el cual afianzó a la investigación como una función trascendental de la universidad. Sin lugar a dudas, este proceso estuvo determinado por las contribuciones que la actividad científica aportó durante la Segunda Guerra Mundial y que permitió demostrar convincentemente la utilidad directa derivada de la aplicación de los conocimientos científicos. No obstante, el anterior no fue el único factor condicionante de este fenómeno. A partir de la década de 1960, se observa un cambio en la demanda de la gama de habilidades técnicas y profesionales requeridas por la industria y el gobierno, lo cual junto a la explosión demográfica y el rápido crecimiento económico posterior a la Segunda Guerra Mundial, conllevaron a la modificación de uno de los rasgos más característicos que poseía la universidad desde sus orígenes en la edad media: el carácter elitista. Los aspectos anteriores provocaron una fuerte presión social orientada hacia la democratización y masificación del sistema educativo. En Europa, por ejemplo, la cifra de estudiantes aumentó aproximadamente de un millón en 1960 a nueve millones en 1990, y en Estados Unidos se presentó un caso similar (Wittrock, 1993; Geuna, 1999).

La transformación de una educación superior elitista a una masificada constituyó un verdadero dilema para los académicos y políticos de todos los países occidentales, convirtiéndose en un área clave de intervención estatal, tanto por principio como porque se le podía usar para promover objetivos sociales y políticos específicos (Wittrock, 1993; Geuna, 1999). Las universidades existentes habían sido creadas bajo el modelo medieval y no tenían la capacidad (técnica, humana y financiera) para hacer

frente a un incremento tan significativo en la población estudiantil. Lo anterior estimuló por un lado, la diversificación al interior del conjunto de la educación superior¹⁰, y de otra parte la reestructuración de las universidades existentes. De esta forma, en la segunda mitad del siglo XX, aparecieron numerosos establecimientos, cada uno de los cuales cumplían importantes funciones sociales, en un universo de instituciones mutuamente excluyentes (Wittrock, 1993). Estos cambios provocaron una mayor burocratización de las universidades, acompañada de un detrimento en la calidad de la educación en razón del aumento en el número de estudiantes por curso y la vinculación de profesores menos cualificados a los ambientes académicos. Así mismo surgieron números cursos de formación orientada para profesiones emergentes que en cierta forma crearon tensiones con la vieja subdivisión en facultades derivadas del esquema alemán.

Este proceso de creciente diversidad, se evidenció con mayor fuerza en los Estados Unidos que en los países europeos. A finales del siglo XIX, las universidades a las cuales se les había concedido tierras, añadieron al proceso de investigación una fuerte formación práctica y servicio a la sociedad. Aunque inspiradas por el modelo alemán, la investigación y la especialización adquirieron una forma diferente en el escenario de los Estados Unidos, reemplazando la cátedra profesional única por departamentos multiprofesorales (Wittrock, 1993). Esta presión de las universidades por conocer las necesidades sociales y en muchos casos más específicamente las necesidades de la industria, ha sido identificada por algunos autores (Ziman, 1991 y 1994; Pelikan, 1992) como una amenaza tanto para la autonomía esencial de la universidad y del investigador básico, como para la viabilidad a largo plazo de la ciencia.

Lo cierto es en cualquier caso, que no existe evidencia convincente, que un énfasis orientado a la solución de las necesidades sociales y que la economía traiga consecuencias adversas a largo plazo para la enseñanza y la investigación universitaria, más aun, la historia indica que los representantes del mundo académico demostraron alcanzar gran éxito en su adaptación a la nueva investigación (Martin y Etzkowitz, 2001). En este sentido, Wittrock (1993) expone que: "el papel creciente de la investigación [aplicada] no presagió el final de la ciencia académica, sino más bien su florecencia". La ciencia, como fuente de riqueza y poder, contribuyó a apuntalar el

¹⁰ Trow, M. (1984); clasifica este conjunto de la siguiente forma: a) universidades existentes antes de la guerra; b) las nuevas universidades del período de la posguerra y; c) las instituciones de educación superior no universitarias o como las denominó Geuna (1999) los PSI (Instituciones de educación superior post-secundaria).

prestigio y la posición de las universidades de investigación, la cual se reflejó gradualmente en la redefinición de políticas públicas para la investigación y el desarrollo, que empezaron a aplicarse en todo el mundo moderno. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que tuvo su origen en el Plan Marshall del período de la postguerra, se estableció en París en 1960, y sirvió como un importante foro para las discusiones sobre la relación crucial de la investigación con el crecimiento económico y la innovación.

1.2.1.1.5. La contribución al desarrollo económico. Desde 1980 hasta comienzos del siglo XXI

Después de la Segunda Guerra Mundial, y quizás como retribución al aporte que la universidad y los científicos hicieron durante la misma, se había adoptado un modelo bajo el cual el Estado estimulaba el desarrollo de la investigación a través de subvenciones financieras, ya fuera directamente o por medio de dependencias estatales (Ministerio de Defensa, Ministerio de la Salud, etc.)¹¹. Dicho apoyo no exigía en ningún caso una retribución directa por parte de las universidades ni tampoco imponía condiciones específicas sobre la orientación que la investigación debía tener al interior de la institución. Dicho de otra forma, las políticas científicas implementadas se caracterizaban por el respeto a la autonomía científica y el reconocimiento de su valor práctico¹². Al finalizar la década de 1970 se presentaron cambios importantes en este esquema de financiamiento. Diversos factores, tanto internos como externos, llevaron a cambios fundamentales en la percepción del papel de la universidad, esperando de ellas una contribución más directa al crecimiento económico (Martin y Irvine, 1989; Martin, 1995; Martin y Johnson, 1999). De esta forma, los fondos gubernamentales para la investigación fueron cada vez más escasos y se otorgaban en función del aporte que la misma hiciera al desarrollo de tecnologías críticas reconocidas como prioridades nacionales. Esto obviamente le restó autonomía a la actividad científica y obligó a las universidades a identificar fuentes alternas de financiamiento, volcando más su actividad investigadora hacia la aplicación. Estados Unidos es el país en el cual dichas transformaciones han sido más evidentes, desarrollando organizaciones híbridas (por ejemplo: incubadoras de empresas y parques tecnológicos), encargadas de dar valor comercial al conocimiento generado.

¹¹ El principal exponente de este esquema fue el gobierno estadounidense, aunque no fue el único. En la mayor parte de los países europeos industrializados se evidenciaron estrategias similares.

¹² El valor práctico de la actividad científica estaba determinado por las innovaciones que esta pudiera estimular, pero no como un resultado directo derivado de una orientación específica del investigador, sino como un proceso natural de carácter lineal que trascendía de la investigación básica a la aplicada, para posteriormente pasar al desarrollo tecnológico y a la introducción de innovaciones en el mercado.

En este sentido, Martin y Etzkowitz (2001) exponen: “verdaderamente, la universidad puede estar experimentando un cambio histórico al pasar de una institución de beneficencia, dependiente de otras esferas institucionales para su sostenimiento, a por lo menos en institución parcialmente autosostenida, sobre la base de las regalías de las patentes y los beneficios de las empresas surgidas desde la investigación académica”. Sin embargo, aún después de 20 años de esfuerzo en la transferencia tecnológica, hay pocas instituciones como el MIT que recibe casi una cuarta parte de sus fondos de investigación de la industria, o como la universidad de Columbia que gana US\$100 millones al año o una décima parte de su presupuesto en ingresos patentados (Etzkowitz, 1990). No obstante, la tendencia hacia la capitalización del conocimiento académico crece, así como el reconocimiento de la relación existente entre los ingresos percibidos a través de la investigación universitaria y la producción comercial exitosa del conocimiento.

De otra parte, el desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) ha abierto un nuevo campo para el surgimiento de nuevos competidores. Estas tecnologías ofrecen un nuevo y quizás más efectivo significado a la enseñanza impartida tanto al interior de las instituciones educativas, como en el aprendizaje a distancia. Nuevas universidades privadas están apareciendo, las compañías comerciales de editores y software están creando “E-universities”, y algunos consultores están desarrollando capacidades de investigación y enseñanza las cuales pueden después empaquetar y ofrecer fuera de la compañía. De hecho algunas grandes empresas de Estados Unidos y Gran Bretaña han decidido (por ejemplo: British Aerospace), que las necesidades de entrenamiento de sus empleados son tan grandes y quizás tan específicas que es más efectivo proporcionarlas a través de su propia universidad, en lugar de las universidades tradicionales (Martin y Etzkowitz, 2001). Sin lugar a dudas, el desarrollo de las TIC marca una dinámica diferente al proceso evolutivo universitario, disminuyendo sustancialmente las barreras de entrada para nuevos competidores (tal como lo han hecho en muchos otros sectores) y provocando la aparición de nuevas especies o híbridos, como se indicó anteriormente, siendo en todo caso improbable que este hecho amenace significativamente la supervivencia de la universidad (Barnett, 2000)¹³.

¹³ La anterior afirmación se justifica si se tiene en cuenta que en la historia de la universidad siempre han aparecido nuevos competidores –sociedades científicas, escuelas técnicas, universidades abiertas e incluso las recientemente creadas instituciones de aprendizaje a distancia– y las universidades con el paso del tiempo han logrado adaptarse a los cambios en el ambiente y a la nueva competencia.

1.2.1.2. La evolución de la universidad y el contrato social

El proceso evolutivo de las universidades ha estado condicionado en gran parte a la transformación de sus funciones y a los cambios en las relaciones con el medio circundante. En este sentido, Rüegg (1994) sostiene que aunque la universidad es una institución que ha conservado sus pautas fundamentales, sus funciones y su papel social básico en el curso de la historia, sus objetivos puntuales han tenido diversas formas de expresión, en razón de las circunstancias específicas del entorno socioeconómico y político en el cual se desenvuelven.

Partiendo de las consideraciones anteriores, se ha desarrollado una formulación alterna de los cambios ocurridos en la investigación y en las universidades en términos de un “contrato social” cambiante entre la ciencia y la universidad, por un lado, y la sociedad y el Estado por el otro (Guston y Keniston, 1994). Esta visión trata de explicar el proceso evolutivo de la universidad en función de los frutos que la sociedad espera de la actividad universitaria y de los beneficios que ésta obtiene por parte de la sociedad y del Estado.

En el modelo de universidad de Humboldt, por ejemplo, se incorporó un tipo de contrato social, en el cual el gobierno asumía la responsabilidad de financiar las actividades de la universidad, las cuales eran conducidas dentro de la misma institución académica con cierto nivel de autonomía. Este tipo de contrato social se caracterizaba por la confianza del gobierno al momento de financiar las actividades de investigación. Las instituciones y los académicos contaban con una gran libertad para elegir sus áreas de investigación y determinar el tiempo dedicado a la misma. Durante este período la función asumida por los gobiernos de algunos países europeos e incluso Estados Unidos, consistía fundamentalmente en proporcionar financiamiento para el desarrollo tanto de la enseñanza como de la investigación, dejando que las universidades de forma libre determinaran la asignación de los recursos en las diferentes disciplinas (Martin, 2003;8).

Posteriormente, se desarrolla un nuevo tipo de contrato social, que comienza aproximadamente en 1945 y termina al final de la década de 1970. Este nuevo contrato tiene su origen y expresión máxima en el informe de Vannevar Bush¹⁴ al

¹⁴ Bush, V. (1945); Ciencia, la frontera sin fin. Informe al presidente Roosevelt. En Redes 14, Revista de estudios sociales de la ciencia, Numero 14, Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires, 1999.

Presidente Franklin Roosevelt, titulado: “*Science the Endless Frontier*” (Ciencia, la frontera sin fin), en el que manifestaba: “Creo que el interés nacional en la investigación científica y la educación científica se puede promover lo mejor posible por la creación de una fundación nacional de la investigación... una nación que dependa de otros para generar conocimiento científico verá retrasado su progreso industrial y no alcanzará una posición competitiva fuerte en el mercado mundial”.

El documento de Vannevar Bush, representa una de las expresiones más transparentes de lo que sería posteriormente denominado el “*modelo lineal de innovación*” y más específicamente el “*empujón de la ciencia*”. Dentro de las implicaciones de dicho informe se encuentra la dependencia directa del progreso industrial a la producción de conocimiento científico básico. Según esta concepción los avances en el campo científico, conllevan a posteriores desarrollos tecnológicos que se traducen en innovaciones, las cuales estimulan el desarrollo industrial y el posicionamiento competitivo internacional. Este proceso se desarrolla de forma secuencial, donde las etapas, totalmente separadas entre si, siguen un flujo unidireccional, es decir, la ejecución de cada etapa depende del cumplimiento de la actividad precedente, pero en ningún momento de la retroalimentación. En su informe, Bush (1945) fortalecía el modelo y decía: “Si se desea lograr algo tan concreto como generar nuevos puestos de trabajo, es preciso invertir en investigación básica, ya que ésta, a través de diversas mediaciones, garantiza el logro del objetivo”.

Las implicaciones a nivel político eran claras: si el gobierno invierte en la investigación básica, la cadena continuaría y terminaría generando beneficios en términos de riqueza, salud y seguridad nacional. Este modelo tenía su merito en la sencillez, que se constituyó en una forma factible de conseguir dinero del gobierno para la investigación básica, otorgándole al mismo tiempo una considerable autonomía a la universidad para la administración de estos recursos (Martin, 2003;9).

Guston y Kenniston (1994;2)¹⁵, describen el contrato social durante este período en los siguientes términos:

“El Gobierno promete fondos para el desarrollo de la ciencia básica que hasta los revisores más críticos encuentran muy digno de apoyar, y los científicos prometen que la investigación será realizada bien y honestamente y

¹⁵ Citado en Martin, B. y Etkowitz, H. (2000). The origin and evolution of the university species. SPRU. Electronic working paper series. No. 59.

proporcionará una constante corriente de descubrimientos que pueden ser aplicados en la fabricación de nuevos productos, medicinas, o armas”.

Fassim (1991;536), ofrece otra descripción alternativa de esta situación:

“En este modelo el gobierno financia la enseñanza y la investigación universitaria, apoyando indirectamente a aquellas industrias que sean capaces de transformar el conocimiento en productos. La industria a su vez crea valor agregado que se traduce en nuevas oportunidades de empleo. Las compañías exitosas también contribuyen a través de los impuestos. En este modelo no se espera un retorno económico directo, para la universidad, ni para el investigador individual, dado que el gobierno provee un financiamiento suficiente para los laboratorios universitarios y para pagar salarios atractivos para los investigadores, siendo el reconocimiento científico incentivo suficiente”.

En suma, las características principales del contrato social enfocado por Bush, se pueden expresar de la siguiente forma: primero, un nivel alto de autonomía; segundo, libertad de elección del área de investigación por los mismos científicos; y tercero, la creencia cada vez más generalizada de que el presupuesto asignado para la investigación básica, sería mejor utilizado en las universidades que en el gobierno o en las empresas de laboratorios (Martin, 2003;9).

Este contrato social fue muy exitoso durante al menos 20 años, constituyendo la base para la formulación de políticas científicas con una participación gubernamental muy activa, y en el caso de varios países, especialmente en Estados Unidos, contribuyó a incrementar el financiamiento público de la ciencia y aumentar tanto el número de científicos entrenados, como la publicación de sus resultados de investigación.

Con el paso del tiempo, elementos emergentes en la dinámica económica y competitiva mundial fueron desgastando algunos de los pilares del enfoque lineal y se constituyeron en factores que llevaron a la revisión y modificación del contrato social. El apoyo dado a la investigación científica básica no fue condición necesaria y suficiente para el desarrollo tecnológico posterior y la resolución de problemas sociales. La linealidad propuesta por Bush, se mostraba deficiente, para explicar y entender la realidad compleja del proceso innovador. En virtud a este hecho se desarrollaron posteriormente modelos que explicaban el carácter interactivo de la innovación (Mowery y Rosenberg, 1997) y representaban a los diferentes agentes sociales (incluida la universidad) como espacios con la necesidad y capacidad para

relacionarse entre sí y con el entorno. Este cambio de pensamiento, trajo consigo modificaciones en las políticas científicas y en la forma como las universidades abordaron los procesos de generación de conocimientos¹⁶.

Adicionalmente Martin y Etzkowitz (2000;15), identifican los siguientes elementos:

- El final de la Guerra Fría, la cual trajo como resultado una reducción de las necesidades de investigación en los campos de las ciencias físicas y las ingenierías.
- El importante crecimiento de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, así como la biotecnología. Tales tecnologías son fuertemente dependientes de la investigación básica para su desarrollo y explotación.
- La globalización y el crecimiento de la competencia, con el resultado posterior de que la ciencia y la tecnología ahora son vistas como recursos estratégicos y competitivos que las naciones deben usar para maximizar sus ventajas. Además, como parte del proceso de globalización la educación superior llega a ser un mercado mucho más global.
- La reducción en el gasto público, especialmente en los países de la comunidad económica europea, en aras de alcanzar los objetivos contemplados en el tratado de Maastricht.

Aunque el período varia mucho entre países, se puede establecer en términos generales que a comienzos de la década de los ochenta se gesta una modificación del contrato social imperante desde 1945 (Martin, 1993; Guston y Keniston, 1994; Martin y Etzkowitz, 2000), el cual a diferencia del anterior, demanda un mayor direccionamiento de las actividades de investigación hacia las necesidades sociales. En otras palabras, se penaliza un poco la autonomía universitaria y a cambio de los fondos públicos, el gobierno exige un mayor beneficio de los resultados de la investigación representado en la utilización económica de los mismos por parte de los usuarios. Se desarrolla de esta forma una mayor orientación de las actividades universitarias hacia el contexto de la aplicación y una mayor responsabilidad de los investigadores hacia las demandas del entorno del cual reciben el apoyo financiero.

Etzkowitz y Leydesdorff (2000;110) han descrito este fenómeno en forma de un cambio para la ciencia y las universidades de “la frontera interminable” a “la transición interminable”. De la investigación básica subvencionada y a la espera de resultados

¹⁶ Este tema se trata con mayor profundidad en el apartado 1.2.2 del presente trabajo.

prácticos a largo plazo, se ha pasado a un modelo en el cual ésta se ve enlazada a su utilización a través de una serie de procesos intermedios. De esta forma, la investigación universitaria ha llegado a estar más cerca de la aplicación y los pasos restantes están más conectados a través de mecanismos como las patentes y las empresas *start-up*, contrario a lo que ocurría en la fase previa donde los mecanismos de transferencia tecnológica constituían fronteras límites distintivos entre la universidad y la industria. Es así, como la infraestructura actual de producción intelectual presenta una transición continua hacia el campo práctico, dinamizada por la utilización cada vez mayor del conocimiento como fuente para el sistema de producción y distribución.

En el caso de los Estados Unidos, este nuevo contrato fue descrito por el Representante George Marrón (1992)¹⁷ de la siguiente manera:

“La comunidad científica debe buscar establecer un nuevo contrato con los formuladores de políticas basado no sobre demandas de autonomía y fondos incrementales, sino sobre la implementación de una explícita agenda de investigación que contengan metas de tipo social”.

La universidad está viviendo un momento crucial, porque la sociedad y el Estado que la financia, exigen un análisis profundo de los rendimientos y de los resultados de sus actividades académicas e investigadoras. En este sentido, uno de los mayores desafíos planteados en el mundo actual es el tránsito hacia este nuevo contrato social, donde resulta imprescindible la orientación de las políticas públicas hacia el fortalecimiento no sólo de los agentes involucrados en la producción, difusión y aplicación del conocimiento, sino también de las interacciones entre estos grupos participantes. Tal como lo exponen, Mowery y Rosenberg (1997), este hecho implica: “no sólo expandir las redes a través de las cuales pueda fluir la información sino también definir mecanismos que incrementen los incentivos para participar en interacciones”.

1.2.1.3. La transformación de las funciones y tipos de universidad

Una tercera aproximación al tema de la evolución de la universidad puede abordarse a través del estudio de los cambios en sus funciones y las relaciones de ésta con su entorno, estableciendo una tipología general en razón de los elementos anteriormente

¹⁷ Citado en Guston y Kenniston (1994; 6-7).

mencionados. En este apartado se revisa brevemente dicho proceso evolutivo, identificando los factores clave, tanto interno como externos, que estimularon el tránsito desde que, en la literatura ha sido llamada como “universidad clásica”, hacia una “universidad empresarial” (Smilor *et al.*, 1993; Etzkowitz y Leydesdorff, 1997, 1998, 2000; Martin y Etzkowitz, 2000; Etzkowitz, 1997, 2002; Martin, 2003).

Martin y Etzkowitz (2000), a través de un enfoque, convergente en muchos aspectos con la teoría biológica de la evolución, presentan un análisis del proceso de transformación universitaria, identificando en periodos históricos definidos el surgimiento de “*especies*” (que en el presente texto serán denominadas tipos) de universidades, condicionadas a las características del entorno, y a las relaciones y tensiones generadas entre la universidad y las demás instituciones sociales. Siguiendo este enfoque, se puede identificar un primer tipo de universidad: “*la académica*”¹⁸, que tuvo sus orígenes en la edad media y que se caracterizaba por desempeñar fundamentalmente la función de enseñanza. Este tipo de universidad estaba orientada hacia la formación de sacerdotes, empleados públicos, abogados, etc., y carecía de una orientación hacia el desarrollo de actividades investigadoras. Para este tipo de universidad, era mucho más importante la difusión del conocimiento existente, que la generación de un cuerpo de conocimientos nuevos, y éste era utilizado más como un instrumento de exaltación individual que como una herramienta para satisfacer las necesidades sociales. El funcionamiento y desarrollo de este tipo de universidad estaba enmarcado en un contexto en el cual las relaciones y/o tensiones con la iglesia, constituían un factor determinante, incluso mayor que las relaciones con los monarcas o gobernantes.

Con el tiempo el ambiente social fue cambiando y estas funciones también cambiaron. En la enseñanza superior surgieron dos tipos de funciones: una para desarrollar el potencial de los estudiantes, y la otra para transferir conocimiento y habilidades a los individuos, que fueran útiles para la sociedad. De igual forma el saber también evolucionó, desarrollando dos rasgos fundamentales; el primero, fue la ampliación del conocimiento, fundamentada por una parte en el análisis, síntesis y crítica del conocimiento ya existente y por otra, en la creación del conocimiento nuevo, a través de la investigación. En segundo lugar, se comenzó a distinguir entre dos tipos de investigación, una orientada hacia la producción de conocimiento “para su propia

¹⁸ Este término no es utilizado explícitamente por Etzkowitz y Martin en su artículo, pero ha sido indicado por Castro y Fernández de Lucio (2000).

consideración” y otra dirigida hacia la satisfacción de las necesidades sociales (Martin y Etzkowitz; 2000).

Este fenómeno es denominado por Etzkowitz (1990) como la “primera revolución académica”, en la cual a la función de enseñanza vino a sumarse la creación de conocimientos, dando origen a la especie conocida como “*universidad clásica*”. Este tipo de universidad tiene su primera manifestación en Alemania, con el modelo de Universidad de Humboldt y que tal como ya se ha manifestado en los apartados anteriores, fue extendido a otros países europeos e incluso a los Estados Unidos.

El tránsito de la universidad “*académica*” hacia la “*clásica*” estuvo acompañado de cambios en las relaciones universidad-entorno, particularmente en la definición de los actores clave para entablar dichas relaciones. Así, mientras que para la “*académica*”, las relaciones con la iglesia representaban un factor fundamental, para la “*clásica*”, ya no lo era tanto, y en su lugar el gobierno se mostraba como el agente clave, en razón de la alta dependencia que mantenía la investigación hacia los fondos estatales.

Por otra parte, esta evolución no solo añadió la función de investigación a la universidad, sino que también provocó cambios en la función tradicional de la enseñanza y en la estructura adoptada para desarrollarla. Con el modelo de Universidad de Humboldt, se adoptó la organización por departamentos en función de la variedad de disciplinas impartidas por la institución. De igual forma, las actividades de investigación se desarrollaron bajo este esquema (Martin y Etzkowitz; 2000).

Según Martin (2003;14), en Europa se desarrollaría posteriormente un tercer tipo de universidad que vería la luz bajo nombres tan diversos, como: colegio técnico, instituto tecnológico o politécnico. Este nuevo modelo, transferido tiempo más tarde a Estados Unidos, Japón y otros países puede clasificarse bajo la tipología de “*universidad técnica*”¹⁹. Si bien este tipo de universidad mantiene las funciones de enseñanza e investigación adoptada por la universidad clásica, se diferencia de ésta, por la orientación que le impone a las actividades de investigación. En palabras de Martin y Etzkowitz (2000), la actividad científica de la universidad clásica se podría definir como pura o “inmaculada”, y los objetivos serían la educación y el conocimiento para el

¹⁹ Algunos ejemplos de este tipo de universidad son los siguientes: a) el Ecole Polytechnique que proporcionaba entrenamiento a los ingenieros y conocía las necesidades militares en Francia, b) los “Higher Schools” en Alemania y Suiza, c) los Institutos de la Ciencia y la Tecnología en Gran Bretaña, d) el MIT y Caltech en los Estados Unidos, e) el Politécnico en Milán y Turín y f) el Instituto de la Tecnología de Tokio.

propio bien del individuo, a diferencia del carácter instrumental o utilitarista de la universidad técnica. Esta última, es concebida como un espacio donde se crea y difunde conocimiento útil, que contribuye al desarrollo económico nacional, al tiempo que prepara al individuo con habilidades que la sociedad requiere (Martin, 2003;14-15). No obstante, según algunos autores (Geuna, 1998), estas concepciones rivales ya estaban quizás implícitas desde el comienzo de la universidad medieval.

En la actualidad, nos encontramos ante el desarrollo de un nuevo tipo de universidad, caracterizado en términos generales por la adopción de una tercera función, adicional a las actividades de enseñanza e investigación, representada por la contribución directa al crecimiento económico. Según, Etzkowitz (1997) este cambio iniciado en la década de los 1980 en los Estados Unidos, constituye una “segunda revolución académica” con implicaciones incluso más profundas que la acontecida en el siglo XIX. A este nuevo tipo de universidad la literatura todavía no le ha asignado un nombre único, distinguiéndose las denominaciones de “*universidad empresarial*” en el caso estadounidense (Smilor *et al.*, 1993), y “*universidad emprendedora*” en el caso europeo (Clark, 1996).

En este sentido, Fernández de Lucio *et al.* (2000) presentan una clasificación en la cual distinguen entre universidad empresarial y la emprendedora. Según estos autores, la primera es aquella que considera que los conocimientos tienen un valor de mercado y por lo tanto son susceptibles de ser vendidos, mientras que la segunda, aunque presenta rasgos similares con la empresarial, utiliza el conocimiento como un potencial al servicio de su entorno, más que como un bien económico objeto de intercambio. En consecuencia, necesita disponer de una misión y estrategia de actuación determinadas para actuar en dicho contexto de acuerdo con tres objetivos básicos:

- a) Atender mediante respuestas innovadoras, las nuevas demandas de formación.
- b) Incrementar la actividad de I+D en interacción con el entorno socioeconómico.
- c) Participar activamente en el desarrollo de la sociedad.

Al igual que en los casos anteriores, en el desarrollo de este nuevo tipo de universidad han incidido diversos factores, algunos de carácter interno a la dinámica de la institución universitaria y otros externos, relacionados con el cambio en los factores económicos clave y en la actuación de agentes como el gobierno.

En este sentido, Arocena y Sutz (2001), identifican como factores incidentes de este fenómeno los siguientes:

- a) El papel central del conocimiento en la economía;
- b) La posibilidad de privatizar gran parte del conocimiento;
- c) El valor de mercado en la economía nacional de una porción sustantiva del conocimiento generado dentro de fronteras;
- d) La capacidad financiera y de gestión de las universidades para desempeñarse como capitalistas en el mercado del conocimiento y;
- e) La estrategia estatal de hacer política industrial a través de las universidades.

El primer factor, hace referencia a la importancia cada vez más generalizada del conocimiento como base para el desarrollo económico y competitivo actual. Mientras que el segundo, se relaciona con la capacidad de las universidades para apropiarse del conocimiento que se crea a través de instrumentos como las patentes. En este sentido, la universidad que investiga llega a ser una “universidad empresarial” en la medida en que desarrolla toda una serie de mecanismos de transferencia de tecnología, que posibilita la aplicación por parte de los agentes económicos del conocimiento generado al interior de los claustros universitarios. La creación de oficinas universitarias de transferencia tecnológica (como las OTRI en España), el desarrollo de parques industriales y tecnológicos (como los instalados en Estados Unidos a partir de la década de los '80), y la creación de “incubadoras de empresas”, constituyen claros indicios de esta tendencia.

El tercer factor hace referencia a la posibilidad de comercialización del conocimiento, es decir, al impacto que dicho conocimiento puede tener como fuente de riqueza en el espacio geográfico en el cual se genera. De la asistencia con este hecho se encuentra el cuarto factor, relacionado con la capacidad de la universidad para actuar como capitalista y gestor comercial del conocimiento, alcanzando de esta forma la connotación de universidad empresarial. En este sentido, Etzkowitz (1990) señala: “existe una tendencia adicional emergente en el desarrollo económico basado en la academia: la universidad como capitalista de riesgo”. Para este autor, la universidad presenta diversas ventajas para actuar como capitalista de riesgo en el sentido que no está sujeta a presiones de inversionistas que la obliguen a adoptar perspectivas a corto plazo y además cuentan con una buena base de personal capacitado en las áreas técnicas emergentes. Cabe anotar que las apreciaciones realizadas por

Etzkowitz, parten del estudio del caso estadounidense, donde las universidades cuentan con amplias capacidades financieras, una realidad no muy común en otros contextos, por ejemplo, como en Latinoamérica.

El último factor, hace referencia al papel que desempeña el Estado a través de sus mecanismos de apoyo industrial. De igual manera, Etzkowitz (1990) manifiesta que en los Estados Unidos se estableció una política industrial que utilizó a la universidad como vehículo. Ante la imposibilidad de definir políticas explícitas de desarrollo industrial, por el auge de las teorías neoliberales, se establecieron mecanismos de apoyo indirecto a través de diversos agentes, siendo la universidad uno de los más importantes.

Esta “segunda revolución”, ha provocado cambios substanciales en la universidad, que trascienden de la simple adopción de funciones nuevas e implican modificaciones cardinales en las relaciones de poder a nivel interno y en la definición de los objetivos de formación (Fassim, 1991; Arocena y Sutz, 2001). De esta forma, se observa cómo la capacidad para gestionar recursos externos, llega ser un factor determinante al momento de definir el estatus de un investigador al interior de la institución. Contrario a lo que ocurría en la universidad clásica, donde la autonomía científica era contemplada como el valor fundamental de la actividad investigadora, hoy día la financiación por parte de los clientes, lejos de ser prejuizada, se concibe como una prueba irrefutable de la validez de las actividades desarrolladas. De esta forma, los científicos e investigadores que son capaces de conseguir recursos externos para el desarrollo de sus proyectos son más valorados en la institución, no solo por los beneficios económicos que ello implica, sino también por el prestigio que adquiere la universidad en términos sociales.

Así mismo, la idea de formación se ha ido ensanchando. Para este tipo de universidad sus objetivos en este campo no se limitan a la simple formación de profesionales en determinadas disciplinas (como lo hacía la *académica*), o de profesionales y científicos (como en el caso de la *clásica*), sino que además la sociedad le exige que sus titulados posean las capacidades y habilidades exigidas por las empresas²⁰, así como un espíritu emprendedor orientado al desarrollo de ideas de negocio.

²⁰ Por ejemplo: creatividad, trabajo en equipo, resolución de problemas, espíritu de riesgo, capacidad para tomar decisiones, entre otras.

En términos generales, todos los países líderes en tecnología han experimentado una evolución parecida a la expuesta en los párrafos anteriores, evidenciándose diferencias temporales en función de las dinámicas específicas de cada entorno y de las demandas que la propia sociedad le impone a la universidad. En América Latina, el proceso ha sido un poco diferente, especialmente durante el tránsito hacia la universidad emprendedora. En esta fase evolutiva un nuevo eslabón se ha presentado, que ha hecho un poco más confuso la adopción del tercer rol promulgado por Etzkowitz (1990). Igualmente, Arocena y Sutz (2001) manifiestan: “En América Latina desde hace muchas décadas la universidad ha planteado que su razón de ser, no se atiende cabalmente a menos que junto a la investigación y a la docencia se propenda a cumplir un papel más directo en el ejercicio de su responsabilidad social en tanto productora de conocimientos... en América Latina en todo caso este tercer rol sería el cuarto, siendo el tercero el representado clásicamente por la función de extensión universitaria”. De esta forma, la universidad asume un papel mucho más activo para la discusión y solución de los problemas de la sociedad en la cual se inserta, configurando otro tipo de institución denominada por Fernández de Lucio *et al.* (2000) como “universidad social”.

En todo caso, queda claro que en el contexto actual la evolución de la universidad será mucho más rápida. Las circunstancias políticas y económicas emergentes, la importancia del conocimiento para el desarrollo social y la aplicación de nuevas tecnologías que abren caminos innovadores para la enseñanza y la investigación, son solo algunos de los aspectos que estimularan el desarrollo de nuevos tipos de universidad, produciéndose cambios institucionales y funcionales importantes.

1.2.2. Los cambios en la generación del conocimiento y su impacto en las transformaciones de la universidad

En cada período histórico han existido ciertos elementos que determinan el patrón tecnológico y organizativo de las sociedades, tanto en lo que se refiere a las prácticas productivas como al conjunto de las actividades sociales. Estos elementos pueden ser contemplados como factores generadores de riqueza, y su importancia es tal que en función de ellos es posible hacer una división general de la historia de la humanidad. De esta forma, Gorey *et al.* (1996), mencionan un proceso evolutivo que contempla tres grandes estadios. En el primero “era agrícola”, las principales fuentes de creación de riqueza eran la tierra y el trabajo, por tanto la producción, transporte y

almacenamiento de productos agrícolas representaba la actividad principal. Posteriormente, debido a las necesidades crecientes de inversión en maquinarias, como consecuencia de la revolución industrial, la tierra pierde protagonismo y en su lugar cobra importancia el factor capital, dando inicio de esta forma al segundo estadio, denominado por el autor como “era industrial”. Durante este período la actividad principal la constituía la gestión y la optimización del capital, a través de los métodos tayloristas de producción.

Actualmente, la sociedad se encuentra en un nuevo período donde los factores tradicionalmente reconocidos -tierra, capital, trabajo- se muestran cada vez más insuficientes para dar cuenta de los procesos de crecimiento, destacándose en su lugar el conocimiento como elemento central de la economía, constituyendo de esta forma el tercer estadio de Gorey *et al.* (1996) denominado “era del conocimiento”.

Se evidencia de esta forma la aparición de una nueva sociedad, en la cual la dinámica del crecimiento se encuentra determinada por la capacidad que tienen los diferentes actores, individuales o colectivos, para interactuar y consolidar redes de aprendizaje que fortalezcan la capacidad científico-tecnológica de un territorio e incrementen la productividad y competitividad de las organizaciones industriales insertas en él, a través del desarrollo continuo de innovaciones, tanto en los procesos como en los productos y en los métodos de gestión empresarial.

No obstante, resulta conveniente advertir la dimensión real de las expresiones como “era del conocimiento”, “sociedad del conocimiento” o “economía del conocimiento”, muy comunes en la literatura actual. Si bien este tipo de expresiones resultan, en términos generales, adecuadas para representar las características de la sociedad contemporánea, su uso podría tácitamente valorar el conocimiento científico como condición necesaria y suficiente para el éxito económico, olvidando el papel clave que desempeña la innovación y la importancia intrínseca de los procesos de aprendizaje. En este sentido, quizás resulte más conveniente, tal como lo aconsejan Arocena y Sutz (2001), hablar de una economía basada en el conocimiento, modelada por el aprendizaje y motorizada por la innovación. En suma, el conocimiento, la capacidad de aprendizaje e innovación constituyen aspectos complementarios que ocupan un lugar central en el desarrollo de las sociedades avanzadas.

Ahora bien, el proceso de creación de conocimiento ha sufrido transformaciones importantes en las últimas décadas, no solo en lo concerniente a las instituciones que

lo desarrollan sino también a las relaciones que se establecen entre los diversos actores que intervienen en el mismo y los mecanismos utilizados tanto para la consecución de recursos como para la difusión de los resultados. Estas transformaciones, por razones obvias, han significado cambios igualmente importantes en la universidad, que han llevado a la modificación de la práctica y al análisis de su propio papel en la sociedad (Etzkowitz, 1990; Gibbons, 1994; Arocena y Sutz, 2001).

Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente, el objetivo de éste apartado es analizar los cambios acontecidos en el proceso de generación y aplicación de conocimientos, enfatizando las implicaciones que dichos cambios han tenido sobre la universidad, por ser considerada el agente social dedicado por excelencia a la producción del mismo. El direccionamiento de dicho análisis se realiza en función de las siguientes preguntas: a) ¿cuales son las características del nuevo conocimiento que se genera?; b) ¿de que forma se produce?, y c) ¿donde se produce?.

Considerando la influencia cada vez más grande de la tecnología a la ciencia y la aplicabilidad que debe tener el conocimiento que se crea, la respuesta a la primera pregunta conduce necesariamente a contemplar la relación entre ciencia, tecnología e innovación, así como del análisis de términos de I+D y las otras actividades que forman parte de la innovación.

La respuesta a la segunda pregunta, se aborda en función del enfoque presentado por Gibbons *et al.* (1994), en torno a una transición del “Modo 1” en la producción de conocimientos hacia el “Modo 2”. Según estos autores, el proceso de producción de conocimiento en las fronteras de la ciencia y la tecnología tiende a ser de carácter más multidisciplinario, contrario al predominantemente académico, donde la investigación es realizada según los lineamientos de cada disciplina.

La tercera pregunta, conlleva directamente a la temática central del presente documento: las relaciones universidad empresa. En el contexto actual, el análisis de los lugares en los cuales se genera conocimiento no se refiere a una localización en sí misma (universidades, centros públicos o privados de investigación, laboratorios empresariales, etc.), sino a la interconexión que se desarrolla entre ellos. En este sentido, se analiza un concepto reciente en la literatura económica del cambio técnico el de “Sistema de Innovación” y las relaciones interinstitucionales universidad-industria-gobierno, explicadas a través de enfoques como el “triángulo de Sabato” y la “triple hélice”.

1.2.2.1. La ciencia, tecnología e innovación

Arocena y Sutz (2001), manifiestan que sin desconocer la centralidad de las denominadas nuevas tecnologías (información y comunicación, nuevos materiales y biotecnología), los rasgos más importantes del conocimiento que se produce en la actualidad son: a) más relevante, y b) una aplicación más directa.

Esta primera característica, de la relevancia del conocimiento radica en el hecho de que a través de él se extiende la base tecnológica de la sociedad, al tiempo en que las tecnologías gravitantes se vinculan a las actividades de la investigación, dicho de otra forma, se afianza en mayor grado las relaciones entre la ciencia y la tecnología. Estas relaciones no representan, bajo ninguna circunstancia, un aspecto aislado del proceso de creación del conocimiento y mucho menos de su utilización a través del desarrollo de innovaciones. Diversos investigadores, han volcado su atención al análisis tanto de las diferencias existentes entre los conceptos de ciencia y tecnología como de las relaciones entre ambos tipos de conocimiento (Ziman, 1986; Pavitt, 1991; Rosenberg, 1992; Rosenberg y Nelson, 1994).

La Real Academia Española define la ciencia y la tecnología en los siguientes términos: La ciencia, como “el conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales”. La tecnología, por su parte es “el conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico”. Según lo anterior el conocimiento tecnológico está estrechamente ligado a su aplicación práctica, mientras que la ciencia es conocimiento que por si mismo no posee aplicación práctica.

Las anteriores definiciones establecen claramente las diferencias entre estos dos conceptos. La ciencia persigue el establecimiento de principios de validez general, mientras que la tecnología conlleva a la producción de bienes y servicios que generan rentas y contribuyen a aumentar el valor de la empresa (Rosegger, 1986; Dussauge *et al.*, 1992). No obstante, “la ciencia y la tecnología se han asociado, aliado, y entrelazado hasta tal punto que es casi imposible distinguirlos” (Brown, 1986:214).

Según Nieto (2001), las relaciones entre los conocimientos científicos y tecnológicos son complejas y en ningún caso unidireccionales. La ciencia de hoy requiere quizás

como nunca tecnología y ésta última a su vez se encuentra en una situación recíproca respecto a la ciencia. A menudo una nueva tecnología requiere nuevos conocimientos y, así mismo, una nueva investigación necesita una tecnología nueva.

El desarrollo tecnológico puede condicionar el desarrollo científico bien sea a través de la producción de equipos de observación y medición o mediante la fundamentación científica derivada de actividades tecnológicas. Las ciencias de la computación, por ejemplo, han permitido un progreso sustancial en el estudio de los fenómenos meteorológicos, los patrones demográficos, la estructura del gen y otros sistemas complejos, cuyo estudio de otra forma hubiera sido difíciles de llevar a cabo. Así mismo, la tecnología puede orientar también a la teoría y a la investigación. La teoría de la conservación de la energía, por ejemplo, se desarrolló en gran parte por el problema de la eficiencia de las máquinas de vapor, así como los mapas genéticos del ser humano han sido impulsados por la tecnología de la ingeniería genética, la cual al mismo tiempo que las hace posibles, los justifica (Jaramillo, 1999).

Por otra parte, los avances en el campo tecnológico se ven influenciados por avances en el campo científico, aunque cabe aclarar que no son los únicos determinantes del mismo²¹. En este sentido resultaría más conveniente hablar de “tecnología relacionada con la ciencia” que del término denominado por Stramberg de “tecnología basada en la ciencia”.

De lo anterior se deduce que ciencia y tecnología están cada vez más unidas y constituyen dos caras de una misma moneda, o como lo plantea Price (1965:553): “dos subsistemas que aunque se han desarrollado de forma autónoma y separada, a partir de núcleos profesionales con tradiciones y formas de hacer muy distintas, son interdependientes entre sí”.

La segunda característica del conocimiento radica en su aplicabilidad, es decir, en su capacidad de uso como instrumento para satisfacer necesidades sociales. Un fenómeno que se ha observado en las últimas décadas es la disminución de la separación temporal entre la generación y el uso del conocimiento, derivado en gran parte del carácter utilitarista que se ha desarrollado al interior de las actividades de

²¹ Según Basalla (1988:42), la mayor parte de los avances tecnológicos modernos no se han derivado de la aplicación rutinaria de los avances científicos, sino de un proceso complejo, donde el acervo de conocimientos tecnológicos disponibles han sido especialmente relevantes. No obstante, reconoce que en el caso de la industria como la química y la electrónica, la ciencia ha jugado un papel importante en el avance de los conocimientos tecnológicos, en especial durante la segunda mitad del siglo XX.

investigación. Este hecho atenúa aún más las diferencias entre ciencia y tecnología, ya que el conocimiento se aplica crecientemente no solo a las prácticas existentes sino también a la ciencia madura.

Hablar de la aplicabilidad del conocimiento conlleva a clarificar el concepto de innovación, el cual ha sido utilizado en apartados anteriores pero hasta el momento no se ha definido satisfactoriamente.

Al reconocer que el “recurso fundamental” en la economía moderna es el conocimiento y, consecuentemente, el proceso más importante es el aprendizaje, se desarrolla un nuevo modelo económico que sitúa los procesos de aprendizaje interactivo y la innovación en el centro del análisis, sustituyendo así al viejo modelo neoclásico, basado en los conceptos de limitación y asignación de recursos e intercambios (Lundvall, 1992). Así mismo, autores de primera fila como el norteamericano Michael Porter (1999), ponen de manifiesto que la capacidad de las empresas para innovar constituye actualmente la clave más importante para mantener y mejorar su posición en el mercado. En el mismo sentido, éste y otros autores consideran que la capacidad competitiva de las naciones descansa en su potencial de innovación.

De lo manifestado anteriormente, se observa que el estudio de los fenómenos innovadores ha sido abordado desde diferentes perspectivas, algunas de carácter macro que relaciona la innovación con el crecimiento de las naciones y otras de corte microeconómico, que la asocian con una estrategia de desarrollo empresarial. Esta variedad de aproximaciones ha condicionado la aparición de múltiples definiciones y de diversas inconsistencias terminológicas (Van Der Kooy, 1988; Escorsa y Valls, 1997; Nieto, 2001). En la literatura es común encontrar términos como desarrollo tecnológico, cambio tecnológico, I+D, para referirse en la mayoría de los casos al proceso de innovación tecnológica, es más en el ámbito empresarial algunos autores han sustituido el término innovación por el de tecnología, dirección de la tecnología o dirección de la innovación (Twiss, 1986; Tuhsman y Moore, 1988; Englert, 1990; Loveridge y Pitt, 1990; West, 1992; Tuhsman y Anderson, 1997).

No obstante, a pesar de las diferencias conceptuales manifestadas entre cada autor, parece existir un punto de convergencia en el hecho de concebir la innovación como una idea hecha realidad o llevada a la práctica (Escorsa y Valls, 1997).

Pavón y Goodman (1976)²², por ejemplo, conciben la innovación como “el conjunto de actividades, inscritas en un determinado período de tiempo y lugar, que conducen a la introducción con éxito en el mercado, por primera vez, la idea en forma de nuevos o mejores productos, servicios o técnicas de gestión y organización”.

Por otra parte, Weissbluth *et al.* (1990) dan la siguiente definición: “la innovación es un proceso que consiste en conjugar oportunidades técnicas con necesidades, integrando un paquete tecnológico que tiene por objetivo introducir o modificar productos o procesos en el sector productivo, con su consiguiente comercialización”.

Pero quien hace una conceptualización más general acerca de la innovación, es el economista austriaco Schumpeter, quien destaca la importancia de los fenómenos tecnológicos en el crecimiento económico. Según Schumpeter (1934), la innovación abarca los siguientes aspectos: la introducción en el mercado de un nuevo bien, la introducción de un nuevo método de producción, la apertura de un nuevo mercado en un país, la conquista de una nueva fuente de suministro de materias primas y la implantación de una nueva estructura en un mercado. Este economista fue el primero en elevar el fenómeno de innovación como una variable determinante del crecimiento económico, y a partir de sus aportaciones se desarrolló toda una nueva corriente de pensamiento, denominada neoschumpeteriana, en referencia a su obra. Cabe aclarar, que los aportes realizados bajo esta corriente de pensamiento en lugar de reafirmar las conclusiones del citado autor las contradicen en muchos aspectos (Freeman, Clark y Soete 1985; Freeman, 2000).

Una de las tesis más cuestionadas de Schumpeter es la distinción de dos tipos de agentes: “empresarios innovadores” e “imitadores”. Los primeros, utilizando los términos de Schumpeter (1939), son individuos excepcionales que, incapaces de prever el futuro, están dispuestos a enfrentarse a todos los riesgos y a las dificultades de la innovación, a diferencia de los segundos que, simplemente actúan como gestores rutinarios siguiendo el camino abierto por los heroicos pioneros. Bajo esta concepción se valora excesivamente a los pioneros de la innovación y se subestima los aportes realizados por los seguidores los cuales muchas veces son más significativos para la economía. Esta concepción asume implícitamente la idea de que las innovaciones son esencialmente de tipo radical y no reconoce el valor de las

²² Pavón, J., Goodman, R. (1976) Proyecto MODELTEC. La planificación del desarrollo tecnológico. En el caso español, Madrid: Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, pág. 213.

mejoras incrementales, las cuales han demostrado ser muy importantes tanto para el desarrollo empresarial como nacional (ejemplo de ello lo constituye el desarrollo de la economía japonesa).

Si se siguen las definiciones planteadas hasta el momento queda claro que la innovación termina necesariamente con la introducción de una idea en el mercado que genera valor, ya sea en términos de comodidad, confortabilidad, seguridad, calidad o estética; lo que implica, que la innovación no necesariamente depende de la tecnología, sino que por el contrario, pueden resultar de combinaciones diversas, especialmente en las áreas administrativas o comerciales. Por lo tanto, una innovación tecnológica solamente se daría cuando tiene que ver con la ciencia y la tecnología, es decir, cuando hay cambios en los productos o en los procesos (Escorsa y Valls, 1997).

Freeman y Pérez (1988), ofrecen una clasificación de las innovaciones tecnológicas, fundamentada en el grado del cambio tecnológico de cada período histórico. De esta forma, distinguen innovaciones incrementales, radicales, cambios en el sistema tecnológico y cambios en los paradigmas tecnológicos.

Los dos primeros tipos de innovaciones, constituyen la clasificación más común y simplista de las innovaciones realizada en función de su grado de novedad. Las innovaciones incrementales son aquellas que se orientan a mejoras en los productos, procesos o servicios existentes y ocurren frecuentemente dependiendo de las presiones de la demanda, fracturas socioculturales, oportunidades tecnológicas y trayectoria. Por otra parte, las innovaciones radicales se dirigen al desarrollo de productos, procesos o servicios completamente novedosos y se caracterizan por una planificación a largo plazo que asegura los requisitos tecnológicos disponibles y que todo se acopla cuando la etapa de desarrollo final es alcanzada.

Considerar estas diferencias resulta importante al momento de analizar los input y los output del proceso innovador, ya que según sea el caso, los recursos demandados para la realización del mismo y las consecuencias de éste sobre la industria que lo adelanten, serán considerablemente diferentes. En el caso, de las innovaciones radicales, por ejemplo, los departamentos de I+D juegan un papel determinante, mientras que en las innovaciones incrementales los departamentos de producción, marketing, diseño, mantenimiento y todos los elementos de la empresa, en general son importantes.

En la medida en que el cambio tecnológico es más profundo, se avanza en la clasificación de Freeman y Perez (1988), hacia las categorías de *cambios en los sistemas tecnológicos* y *cambios en los paradigmas tecnológicos*. Los primeros afectan a varias partes de la economía, producen un avance para toda la industria y se basan en la suma de las innovaciones radicales e incrementales, junto con las organizativas. Los cambios en los paradigmas tecnológicos, por otro lado, provocan transformaciones en los sistemas tecnológicos de gran magnitud, los cuales ejercen una influencia en el comportamiento de la economía, las llamadas revoluciones tecnológicas²³.

Los aportes realizados por los neoschumpeterianos en la teoría económica de la innovación pueden clasificarse en dos frentes diferentes: de una parte, el frente macroeconómico, que intenta dar cuenta de la relación existente entre los procesos de innovación y el crecimiento de un territorio, analizando el sistema ciencia-tecnología-sociedad en su conjunto; y por otra parte, el frente microeconómico que intentan explicar el proceso innovador en sí, orientándose fundamentalmente al desarrollo y difusión de la innovación en el ámbito empresarial (Freeman, 1988; Landau, 1991; Nieto, 2001).

Nieto (2001), ofrece una descripción clara de estos dos tipos de enfoques y presenta en términos generales los problemas, fundamentos y supuestos que han direccionado los trabajos en cada frente, así como las principales referencias bibliográficas (véase cuadros 1.1 y 1.2).

²³ En este sentido, Freeman y Pérez (1988), han identificado cinco revoluciones tecnológicas sucesivas. La primera se presentó a finales del siglo XVIII en Inglaterra como producto de la mecanización de los procesos de hilado del algodón, el uso del hierro para la maquinaria, la energía hidráulica y la proliferación de los canales para facilitar el transporte de mercancías. La segunda revolución tuvo lugar en la década de 1830, cuando aparece la combinación de la máquina de vapor y los ferrocarriles, junto con el desarrollo de las máquinas herramientas. La tercera revolución ocurre durante los años setenta del siglo XIX y se basa en innovaciones que permiten producir acero barato, junto con el desarrollo de la electricidad y la química de base científica. La cuarta revolución está determinada por la “era del automóvil”, en la cual se articula un conjunto de innovaciones basadas en el motor de combustión interna, la producción en masa y los productos sintéticos de origen petroquímico. Por último, la quinta revolución es la que se está manifestando en la actualidad, inaugurada por la “era de la informática”, formada por la microelectrónica, las computadoras, los sistemas de producción flexibles y las comunicaciones digitales.

Cuadro 1.1. Principales estudios a nivel macro

Unidades de análisis	Principales problemas y relaciones estudiadas	Disciplina principal	Autores destacados
Sociedad humana	<p>Ciencia/tecnología/sociedad</p> <ul style="list-style-type: none"> - Progreso tecnológico y cambio social - Sistemas para la evaluación y control social de las tecnologías - Tecnología y medio ambiente - Implicaciones éticas del desarrollo de nuevas tecnologías 	Sociología	<ul style="list-style-type: none"> - Bijker <i>at al.</i>, 1987 - Elliot y Elliot, 1976 - Smith y Marx, 1994 - Winner, 1977 - Davies <i>et al.</i>, 1976
	<p>Historia de la tecnología</p> <ul style="list-style-type: none"> - Naturaleza del progreso tecnológico - Factores que afectan la intensidad y orientación del progreso tecnológico - Estudios sobre el origen y evolución de las principales tecnologías 	Historia	<ul style="list-style-type: none"> - Roberts, 1989 - Cardwell, 1994 - Williams, 1982 - David, 1975 - Landes, 1969 - Needham, 1954,1969 - White, 1962, 1978
Sistema Económico	<p>Economía de la innovación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistemas Nacionales de Innovación - Políticas tecnológicas - Legislación sobre patentes (amplitud, duración) - Innovación y crecimiento económico - Innovación y empleo - Estímulos económicos a la innovación - Difusión de innovaciones - Origen de la distancia tecnológica entre países 	Economía	<ul style="list-style-type: none"> - Abranovitz, 1956 - Solow, 1957 - Arrow, 1962 - Gomulka, 1990 - Freeman <i>et al.</i>, 1982 - Freeman y Soete, 1994 - Schumpeter, 1911, 1939, 1942 - Schmookler, 1996
Sector Industrial	<p>Estructura del mercado e innovación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Poder de mercado e innovación - Condiciones de apropiabilidad - Diversificación, integración vertical, barreras de entrada y actividad innovadora - Tamaño de la empresa y actividad innovadora 	Economía Industrial	<ul style="list-style-type: none"> - Galbraith, 1952 - Comanor, 1967 - Rosenberg, 1976 - Acs y Audretsch, 1990, 1991 - Cohen, 1995 - Dougherty, 1990 - Dosi, 1990

Fuente: Basado en Nieto (2001)

Cuadro 1.2. Principales estudios a nivel micro

Unidades de Análisis	Principales problemas y relaciones estudiadas	Autores destacados
Empresa	<p>Estrategias de innovación</p> <ul style="list-style-type: none"> -Innovación tecnológica y desarrollo de la empresa -Innovación tecnológica y ventaja competitiva -Cuando innovar?: liderazgo vs. seguimiento tecnológico -Cómo innovar?: I+D interno, cooperación tecnológica, adquisición de licencias -Cómo integrar la tecnología en la estrategia <p>Herramientas para el análisis estratégico de la tecnología: previsión tecnológica, curva S, mapas tecnológicos, clasificación de las tecnologías, vigilancia tecnológica, cadena de valor tecnológica.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Modelos para la formulación de estrategias tecnológicas: carteras tecnológicas, grappes. <p>Organización de la innovación</p> <ul style="list-style-type: none"> -Innovación tecnológica y estructura organizativa -Modelos de congruencia -Cómo vencer las inercias organizativas -Diseño de dispositivos de enlace entre I+D/producción/comercialización -Organización del aprendizaje 	<ul style="list-style-type: none"> - Kantrow, 1980 - Pavitt, 1990 - Quinn, 1988 - Schroeder, 1990 - Zahra y Covin, 1993 - Freeman, 1974 - Ansoff y Stewart, 1967 - Roberts y Berry, 1985 - Twiss, 1986 - Tyre, 1991 - Foster, 1986 - Butler, 1988 - Landford, 1972 - Betz, 1983 - Porter, 1985 - Morin, 1985 - Nonaka y Takeuchi, 1995 - Von Hippel, 1988 - Maidique y Zirger, 1985
Departamento	<p>Organización del departamento de I+D</p> <ul style="list-style-type: none"> -Dirección del personal técnico e investigador y sistemas de recompensas -Fomento de la creatividad -Transmisión de la información tecnológica -Organización y control del departamento de I+D 	<ul style="list-style-type: none"> - Bergen, 1986 - Dumbleton, 1986 - Francis, 1977 - Albala, 1990 - Archibald, 1976 - Miller, 1986
Proyecto	<p>Dirección de proyectos de I+D</p> <ul style="list-style-type: none"> -Elaboración de proyectos y financiación de actividades -Evaluación de proyectos de I+D -Planificación, programación y control de proyectos de I+D -El perfil del director del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Ancona y Caldwell, 1992 - Balkin y Gómez Mejía, 1984 - Howell y Higgins, 1990 - Allen, 1984 - De Meyer, 1986
Producto	<p>Desarrollo de nuevos productos</p> <ul style="list-style-type: none"> -Estrategia de desarrollo de nuevos productos -Explotación de las capacidades tecnológicas -Plataformas de productos -Factores de éxito en el desarrollo de nuevos productos -Fases y procedimientos en el desarrollo de productos -Reducción del tiempo de desarrollo 	<ul style="list-style-type: none"> - Clark y Fujimoto, 1991 - Clark y Wheelwright, 1993, 1995 - McGrath, 1995 - Meyer y Lehnerd, 1997 - Meyer y Utterback, 1993 - Sanderson y Uzumeri, 1996 - Nonaka, 1990 - Iansiti, 1993

Fuente: Basado en Nieto (2001)

Tal como se observa en la tabla, los estudios macroeconómicos utilizan unidades de análisis agregadas (sociedad, sistema económico, industria), confluyen en él, diversas disciplinas (sociología, historia, economía, economía industrial), las cuales si bien emplean metodologías y ámbitos de estudios distintos, convergen en numerosos aspectos, en especial los relacionados con la naturaleza del proceso innovador y las características del conocimiento tecnológico (Nieto, 2001). En términos generales, los estudios que relacionan el papel de la innovación con el crecimiento económico, han estado determinados por la utilización de dos enfoques diferentes: la economía neoclásica y la economía evolucionista. En función de ellos, el proceso de innovación tecnológica ha pasado de ser considerado un factor exógeno (independiente del capital y de la mano de obra), a ser un elemento endógeno resultado de las decisiones de las empresas que, utilizando los conocimientos científicos disponibles, invierten en actividades de I+D para conseguir desarrollar innovaciones comercializables (Arrow, 1962; Lucas, 1988; Romer, 1990).

1.2.2.2. El papel de la innovación en el crecimiento económico

El cambio técnico ha sido un tema abordado en las teorías económicas de crecimiento desde la época de los clásicos, claro está con características y matices diferentes a las que se le reconocen hoy en día. Adam Smith, en su obra “Las riquezas de las naciones” estudia “los adelantos en las máquinas” y concluye que los cambios técnicos daban lugar a innovaciones incrementales. David Ricardo, por su parte, consideró, el cambio tecnológico y la acumulación del capital como dos factores importantes del crecimiento y manifestaba que, si bien la introducción de innovaciones genera un desempleo temporal, a largo plazo supone una reducción sobre los precios y la consiguiente extensión del mercado y de la producción, que permitirá volver a ocupar dicha mano de obra. La característica fundamental de los planteamientos clásicos era buscar siempre la consecución del equilibrio, una visión bajo la cual la innovación constituía un proceso eminentemente estático. En este sentido, Benavides(1992)²⁴, expone “si el progreso técnico hubiese sido considerado [por los clásicos] como un proceso continuo, no se habrían podido formular las hipótesis sustentadoras del estado estacionario”. Esta corriente fue sustituida por la visión de una economía en evolución continuada formulada por Karl Marx, la cual es explicada por Rosenberg (1976), en los siguientes términos: “La posición de Marx (y Engels), es

24 Citado en: Martínez, E.(1994); Progreso tecnológico: la economía clásica y la economía neoclásica tradicional, en E. Martínez (ed.) (1994), pág. 221 -259.

la de afirmar que la ciencia, sin lugar a dudas, es un factor fundamental para explicar el crecimiento en la productividad de recursos y la mayor capacidad para manipular el medio natural para el logro de sus fines”.

Sin embargo, los autores anteriores dedicaron su atención analítica a lo que era solamente un aspecto de toda una compleja cadena de razonamientos; por lo que no lograron establecer adecuadamente las relaciones entre la asignación de recursos vía precios y el patrón dinámico del crecimiento del sistema. Las regularidades, aun cuando estén bastante bien observadas, carecen de un fundamento macroeconómico adecuado (Molero, 1990; Abello *et al.*, 2002).

Posteriormente, en el período más reciente, la corriente de pensamiento neoclásica prestó especial interés al papel del cambio técnico en los procesos de crecimiento y desarrollo económico. Después de la Segunda Guerra Mundial numerosas investigaciones se realizaron con el objetivo de determinar cuales eran los factores que determinaban el crecimiento de las economías, especialmente la de Estados Unidos. En este contexto, Robert Solow (1957), formuló su tesis según la cual el crecimiento económico a largo plazo de los Estados Unidos -desde la guerra civil- no obedeció a una mayor utilización de los recursos, sino al uso más eficiente de los mismos. En su análisis Solow concluyó que un gran porcentaje del crecimiento de la economía norteamericana, durante el período analizado, no se explicaba satisfactoriamente a través del crecimiento de los factores tradicionales (capital y trabajo) existiendo por lo tanto un factor residual. Esta parte residual del crecimiento, representó en el estudio de Solow el 85% del aumento en la producción y fue llamado cambio tecnológico.

Fundamentados en la teoría de Solow, en los años sesenta y setenta, aparecieron diversos trabajos orientados a la contabilización del crecimiento y aunque todos resaltaban la importancia del progreso técnico, ninguno abordaba los mecanismos por los cuales se producía el mismo, es más, bajo los supuestos neoclásicos excesivamente simplificadores, sobre los cuales se cimentaban dichos estudios, la tecnología era concebida como una variable exógena sobre la cual no se ejercía ningún control. De hecho, el principal supuesto neoclásico sobre el entorno microeconómico es aquel que asume a las empresas como agentes homogéneos que transforman factores en productos con el objetivo de maximizar el beneficio, cuya historia, estructura interna y características no son relevantes como elementos de análisis. Esta concepción acepta implícitamente que la tecnología está dada y que las

empresas muy poco pueden hacer para controlar su desarrollo. No obstante, la realidad industrial ha demostrado (lo inconveniente) de este enfoque en los estudios a nivel micro, al evidenciar casos, cada vez mas frecuentes, de empresas diferentes, que fracasan o triunfan en los mercados domésticos e internacionales.

Aspectos como el anteriormente citado, llevaron a la realización de estudios posteriores, algunos enfocados al “tema de la medida” y otros orientados a eliminar el supuesto de “exogeneidad” del cambio tecnológico (Landau, 1991).

Entre los estudios que intentaron medir de una manera más precisa las variables relacionadas con el crecimiento económico sobresale el de Jorgenson y Landau (1989), el cual consideró no solo la cantidad de los factores sino también la calidad de los mismos, logrando así reducir el residuo inicial identificado por Solow (1957). A través de su investigación, estos autores concluyeron que el principal factor que se esconde tras el crecimiento de la economía norteamericana en el período 1947-1985, ha sido el crecimiento de los *inputs* y el cambio en la calidad de los mismos, y no el cambio tecnológico como lo expresaba Solow, claro está que el residuo no desaparece y sigue constituyendo una variable importante. Esta perspectiva centra la atención en la movilización de los factores capital y trabajo, más que en las mejoras de la productividad, al contrario de aquellos que priman la importancia de los esfuerzos de I+D. Para llegar a estos resultados, Jorgenson y Landau abandonaron el supuesto de homogeneidad de los factores, postulado por la teoría neoclásica, y descompusieron las aportaciones de capital y trabajo en aportaciones separadas de la calidad del capital y del trabajo, y del stock de capital y las horas trabajadas. Utilizando esta metodología, los autores consideraron el impacto que tiene en el crecimiento económico la sustitución de bienes de capital poco productivos por otros más productivos, a través de la inversión en activos tangibles; así como la sustitución de trabajadores poco efectivos por otros más cualificados, derivada de la inversión en capital humano. La omisión de estos elementos son aspectos visibles en los enfoques de Abramovitz (1956), Solow (1957) y Kendrick (1976) y constituyen una de las razones vitales por la cual el “residuo” fue tan ampliamente valorado en sus investigaciones (Landau, 1991).

Por otra parte, Arrow (1962), es uno de los primeros autores que intenta endogenizar el cambio tecnológico y a partir de sus aportaciones surge toda una línea de trabajo dedicado al estudio de la economía del desarrollo y del crecimiento. En estos nuevos modelos, la tecnología se convierte en factor endógeno, en el cual los actores

(individuos y organizaciones) juegan un papel importante a su determinación y desarrollo.

Las principales aportaciones realizadas en esta corriente de pensamiento se derivan de la economía evolucionista y, a diferencia de los modelos neoclásicos, resaltan el carácter dinámico del proceso innovador. Siguiendo este enfoque, diversos autores (Nelson y Winter, 1982; Dosi, 1982, 1988; Basalla, 1988; Hall, 1994), han establecido analogías entre el proceso de evolución biológica y el proceso de innovación tecnológica, utilizando los conceptos *darwinianos* de diversidad, selección y herencia. De esta forma, los evolucionistas distinguen tres mecanismos funcionales: la innovación tecnológica, la cual prevee la variación; los mercados que proveen la selección y las estructuras institucionales que aportan el sistema de retención y los controles reflexivos. Nelson y Winter (1982), utilizan el concepto de *selección*, para indicar la importancia de la innovación en la empresa. Según esta noción, aquellas firmas que posean mejores técnicas o apliquen mejores métodos de gestión que sus competidores, a través de una mayor capacidad de aprendizaje y el desarrollo de tecnologías, van a tener una mayor expansión y crecerán a expensas de las que no tienen éxito. En función de las estrategias que adopten las empresas no solo tendrán éxito en el mercado, sino que también podrán modificar la estructura del sistema económico. Este planteamiento es antagónico con la visión neoclásica, según la cual los resultados del proceso de innovación dependen de la estructura de la industria, es decir, las empresas juegan un papel pasivo y se limitan a adaptarse a las condiciones que le impone el entorno. Pero quizás, el primer antecedente evolucionista se encuentra en la obra de Schumpeter. Este autor calificó las innovaciones como “destrucciones creadoras”, que generan discontinuidades y saltos en el desarrollo económico. En palabras de Schumpeter la innovación tecnológica es “un proceso de mutación que revoluciona incesantemente la estructura económica desde dentro, destruyendo ininterrumpidamente lo antiguo y creando continuamente elementos nuevos” Schumpeter (1934).

1.2.2.3. El proceso de innovación tecnológica

Los estudios realizados a nivel micro se han abordado más tardíamente que los llevados a cabo a escala macroeconómica. Como se observó en el cuadro 1.2, las aproximaciones realizadas al respecto se han enmarcado en diferentes unidades de análisis (empresa, departamento, proyecto y producto) que abordan diversos aspectos relacionados con la dirección y gestión de la innovación en la empresa.

El proceso de innovación tecnológica abarca un amplio conjunto de actividades, entre las cuales se suele separar las de I+D (investigación y desarrollo tecnológico) de las del resto, distinguiendo habitualmente tres fases: invención, innovación y difusión (Clark, 1985; Davies, 1991; Escosa y Valls, 1997).

Por invención se entiende la primera producción de un conocimiento que puede o no derivarse de distintas ciencias y cuyo resultado es el descubrimiento o invento (Nieto, 2001). Las invenciones carecen por si mismas de valor económico y constituyen una condición necesaria, más no suficiente para el cambio tecnológico. Las invenciones son cada vez más un producto de las actividades de I+D, las cuales según la OCDE (1981) son: "trabajos creativos que se emprenden de manera sistemática a fin de aumentar el volumen de conocimientos, incluyendo el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, así como la utilización de ese volumen de conocimientos para concebir nuevas aplicaciones". La I+D se puede desglosar a su vez, en: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico.

La investigación básica, comprende todos aquellos trabajos originales (teóricos o experimentales) que tienen como objetivo adquirir nuevos conocimientos sobre los fundamentos de los fenómenos y hechos observables, sin que se haya previsto un uso o una aplicación particular de los mismos. Esta investigación analiza propiedades, estructuras y relaciones con miras a formular hipótesis, teorías o leyes que, si han sido bien elaboradas y justificadas pueden ser reconocidas como un *descubrimiento*. Los resultados normalmente no tienen un fin económico y son publicadas en revistas especializadas o difundidas directamente entre colegas u organismos interesados. Este tipo de investigación es realizada por científicos que suelen tener sus propios objetivos, y que, en gran medida organizan su propio trabajo. No obstante, existen algunos casos en que, la investigación puede estar dirigida hacia áreas de interés general, recibiendo el nombre de investigación básica orientada (OCDE, 1981; Escorsa y Valls, 1997).

La investigación aplicada, es también investigación original emprendida con el fin de adquirir nuevos conocimientos dirigidos hacia un objetivo de tipo práctico. Ésta relacionada con la investigación básica en la medida en que utiliza los hallazgos de ésta última para determinar nuevas aplicaciones o determinar nuevos métodos. Esta investigación implica la consideración de todos los conocimientos existentes y su profundización en el intento de solucionar con éstos nuevos problemas específicos. En los resultados en este tipo de investigación se manifiesta en general, una intención de

lucro y son susceptibles de ser patentados. En esta fase se trata de obtener una primera muestra de material, aparato o mecanismo, el cual si cumple todas las propiedades esperadas se convierte en un *invento*. En la empresa, la separación entre la investigación básica y la investigación aplicada viene dada normalmente por la formulación de un proyecto que explore el resultado prometedor obtenido en el marco de un programa de investigación básica (OCDE, 1981; Escorsa y Valls, 1997).

Por último, el desarrollo tecnológico consiste en la utilización de distintos conocimientos (derivados de la investigación y/o experiencia práctica) para la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos, el establecimiento de nuevos procesos, sistemas o servicios, o la mejora sustancial de los ya existentes. El primer objetivo consiste en lanzar al mercado una novedad o una mejora concreta, para lo cual desarrolla una *planta piloto* o un *prototipo*. La empresa que desarrolla esta fase consigue disponer de un conjunto de conocimientos que le permiten saber como se tiene el *know-how*, es decir, domina la tecnología para fabricar el producto (OCDE, 1981; Escorsa y Valls, 1997).

La segunda fase del proceso: la innovación, en el sentido estricto es la primera aplicación comercial de una invención y se produce cuando se realiza la primera transacción comercial de los nuevos productos, procesos o servicios derivados de la misma (Nieto, 2001). Cabe resaltar, que el término innovación, se utiliza no solo para marcar una etapa del proceso sino para referirse a la extensión del mismo, abarcando las actividades de I+D y la comercialización de los nuevos productos (Kamien y Schwartz, 1982; Burgess, 1989).

Por otro lado, la difusión es el proceso a través del cual la innovación es adoptada por otros agentes económicos en el mercado. Según Freeman (2000), éste es otro concepto schumpeteriano que ha sido fuertemente criticado. Para Schumpeter la difusión era un proceso estático separado completamente de la innovación, en el cual solo se fomentaba la utilización económica de los nuevos productos, procesos o servicios, sin contemplar ninguna mejora sustantiva en los mismos. Kline y Rosenberg (1985), cuestionan este planteamiento y exponen con ejemplos prácticos (el automóvil, el teléfono, el avión) que durante la difusión de las innovaciones suelen desarrollarse mejoras incrementales de las mismas, a través de procesos de aprendizaje y por presiones competitivas, que son las que en muchos casos le otorgan la viabilidad económica y el posicionamiento a la innovación inicial. Sin embargo, este comportamiento depende de la industria específica en la cual se desarrolle la

innovación (por ejemplo, en la industria farmacéutica, los productos cambian muy poco a nada con el tiempo).

La separación del proceso innovador en diversas etapas (invención, innovación, difusión), es útil desde el punto de vista conceptual para clarificar términos claves, pero hay que tener en cuenta que en la realidad éstas etapas no deben contemplarse bajo una lógica lineal, sino por el contrario deben ser asumidas como un proceso continuo, con múltiples retroalimentaciones y la cual difícilmente se pueden establecer fronteras claramente identificables entre cada fase.

Así por ejemplo, en este contexto la distinción entre invención e innovación no es del todo clara. Bertrand Gille (1978)²⁵, considera la “desaparición de la invención como una entidad diferenciada: desaparece y se borra por la importancia que toman los elementos que la enmarcan. Anteriormente, las invenciones, para poder ser aplicadas, debían esperar que las condiciones técnicas, económicas, sociales, etc., fueran favorables. La innovación seguía a la invención. Hoy en día es el deseo de la innovación el que suscita la invención: de hecho, el esquema se ha invertido”. En esta misma línea, otros investigadores (Jewkes *et al.*, 1969; Mensch, 1975; Pampillon, 1991; Dussaauge, 1992) han señalado que el intervalo de tiempo que transcurre entre la invención y la innovación se ha acortado, no obstante sus conclusiones dependen en gran medida de la muestra que se escoja para hacer el análisis y en muchas ocasiones de la estimación que hagan de las fechas en que se produce la invención y la subsiguiente innovación²⁶.

De igual forma, tal como se ha mencionado anteriormente, la difusión no representa una etapa separada del proceso de innovación, más aun, durante la misma los productos y servicios evolucionan y, compiten con otras tecnologías que cumplen funciones similares alcanzando un desarrollo y un posicionamiento mayor en el mercado.

Estas consideraciones son congruentes con los enfoques analizados a nivel macroeconómico. La caracterización del proceso de innovación a partir de una secuencia de tres fases independientes, es típica de los modelos orientados al análisis

²⁵ Citado en Escora, P. y Valls, J. (1997); Tecnología e innovación en la empresa. Dirección y Gestión. Ediciones UPC, pág. 23.

²⁶ En este sentido, Nieto (2001), manifiesta que aun dentro de los trabajos que llegan a la misma conclusión, existen incongruencias relacionadas tanto con las invenciones e innovaciones estudiadas, como con las fechas de ejecución de cada una de ellas.

de las condiciones de equilibrio (neoclásicos), mientras que el análisis del proceso como un conjunto de fases interdependientes, con interacciones y retroalimentaciones es propio de los economistas evolucionistas que abogan por el carácter continuo y dinámico de la innovación.

1.2.2.4. De los modelos lineales a los modelos interactivos

La dinámica que sigue el proceso innovador y que culmina con la introducción al mercado de una nueva idea, ya sea producto, proceso o algún método, ha sido estudiada por diversos autores, los cuales han tratado de esquematizar y representar a través de modelos las diversas etapas que intervienen en el proceso, con el objetivo de alcanzar un mayor entendimiento del mismo. En el desarrollo de esta actividad, se generó desde la década de 1950 una amplia controversia entre los economistas neoclásicos relacionada con las teorías de “el empuje de la ciencia” (*Science Push*) y “el tirón de la demanda” (*Market pull*)²⁷. Durante el período posterior a la Segunda Guerra Mundial, los debates en torno al desarrollo de la innovación se centraban en cual de estos dos modelos explicaba de una mejor manera las características del proceso innovador.

El primer modelo “el empuje de la ciencia” sostiene que los avances científicos son los que estimulan la innovación al aportar los conocimientos necesarios para el desarrollo de aplicaciones tecnológicas y la posterior penetración de las mismas en el mercado. Este modelo explica la innovación como la sucesión de varias etapas, comenzando por la investigación básica hasta llegar al lanzamiento en el mercado de la novedad y se caracteriza porque contempla a la innovación como un proceso lineal, con un inicio y un final claramente establecidos, el cual se desarrolla de manera progresiva a través del eje Investigación-Desarrollo-Marketing (ver figura 1.1)²⁸.

Smith (1995), identifican la siguientes características asociadas a éste enfoque:

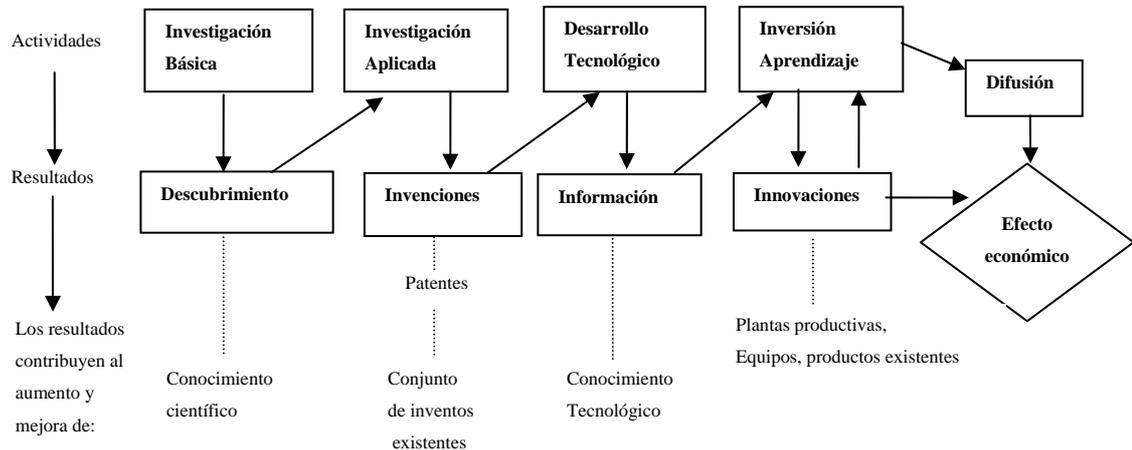
- Las capacidades tecnológicas de una determinada sociedad son esencialmente función de las fronteras de sus conocimientos.
- Los conocimientos útiles para la producción industrial se basan en principios fundamentalmente científicos.

²⁷ Pueden consultarse los trabajos de: Essen (1931); Schmookler (1966); Bernal (1939, 1970); Scherer (1982b); Verspagen y Kleinknecht (1990).

²⁸ Tomado de Escora, P. y Valls, J. (1997); Tecnología e innovación en la empresa. Dirección y Gestión. Ediciones UPC, pág. 24.

- El proceso de "traducción" de los principios científicos a conocimientos tecnológicos es en esencia secuencial; tanto en el plano temporal como institucional comprende fases discretas que deben sucederse.

Figura 1.1. Empujón de la ciencia



Fuente: Rosegger, 1980

Como se mencionó en apartados anteriores, el origen de este modelo se relaciona comúnmente con el informe de Vannevar Bush al Presidente Roosevelt, titulado: "Science the Endless Frontier" (Ciencia, la frontera sin fin), en el cual ponía de manifiesto la importancia de la ciencia para el desarrollo económico del país. Este modelo orientó las políticas científicas y tecnológicas no solo de los Estados Unidos sino también de muchos países de la OCDE durante varias décadas. Sus implicaciones a nivel político eran claras: si el gobierno financia las actividades de investigación básica (ya sea de universidades o empresas) la cadena continuaría y terminaría con la aplicación de los conocimientos a las actividades productivas, generando beneficios en términos de riqueza, salud y seguridad nacional.

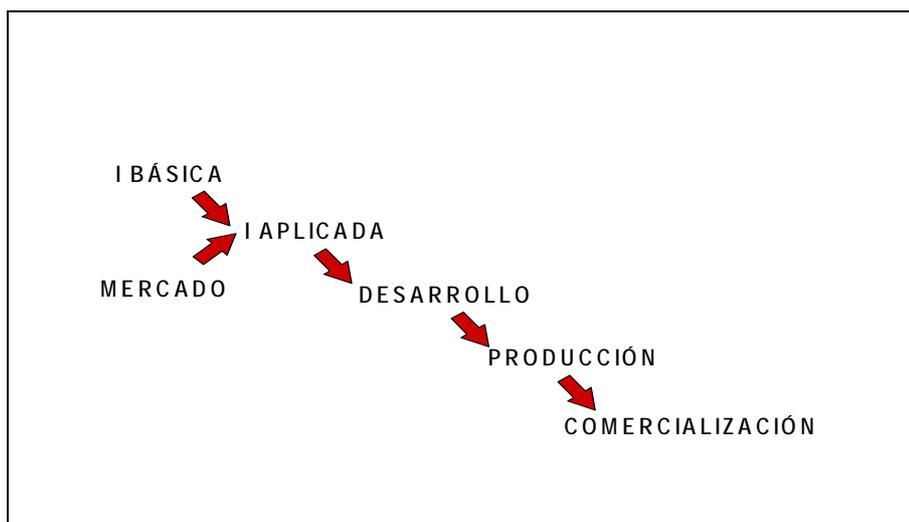
El modelo del "tirón de la demanda", afirma por el contrario, que las innovaciones se generan fundamentalmente como respuesta a una demanda insatisfecha. Esta teoría, liderada por Schmookler (1966), sostiene que el origen de las innovaciones tecnológicas está en el deseo de satisfacer las necesidades de los consumidores o usuarios. El argumento básico de la teoría del tirón de la demanda, según Dosi (1984), estriba en la posibilidad de conocer a priori la dirección en la que el mercado tirará de

la actividad inventiva. Las señales de éste, en efecto, se manifiestan a través de los movimientos de los precios relativos y en las cantidades de los bienes demandados.

Las teorías del tirón de la demanda fueron criticadas en los años setenta, especialmente por Mowery y Rosenberg (1979), quienes mostraron en su artículo *“Market demand and innovation”*, que los estudios empíricos de la innovación, que se citaban a menudo para apoyar el tirón de la demanda, no justificaban sus conclusiones y que, de hecho, los mismos autores rechazaban esta interpretación (Freeman, 2000). Mowery y Rosenberg, señalaron la confusión en la literatura entre “necesidades” y “demanda” y entre “demanda potencial” y “demanda efectiva”, dado que las “necesidades” humanas son extremadamente diversas y a menudo están insatisfechas durante largos períodos, no pueden explicar por sí mismas la emergencia de innovaciones particulares en un determinado momento.

En términos generales, la diferencia fundamental entre los modelos del “empuje de la ciencia” y del “tirón de la demanda” se centra en el punto de partida, aquel primer estímulo que da inicio al desarrollo de la innovación, pero después de allí ambos modelos ejemplifican las actividades posteriores como etapas sucesivas de secuencia lineal que abarcan el desarrollo tecnológico y la implementación comercial de la innovación, razón por la cual son reconocidos en la literatura como *modelo lineal* (ver figura 1.2).

Figura 1.2. Modelo lineal del proceso de innovación



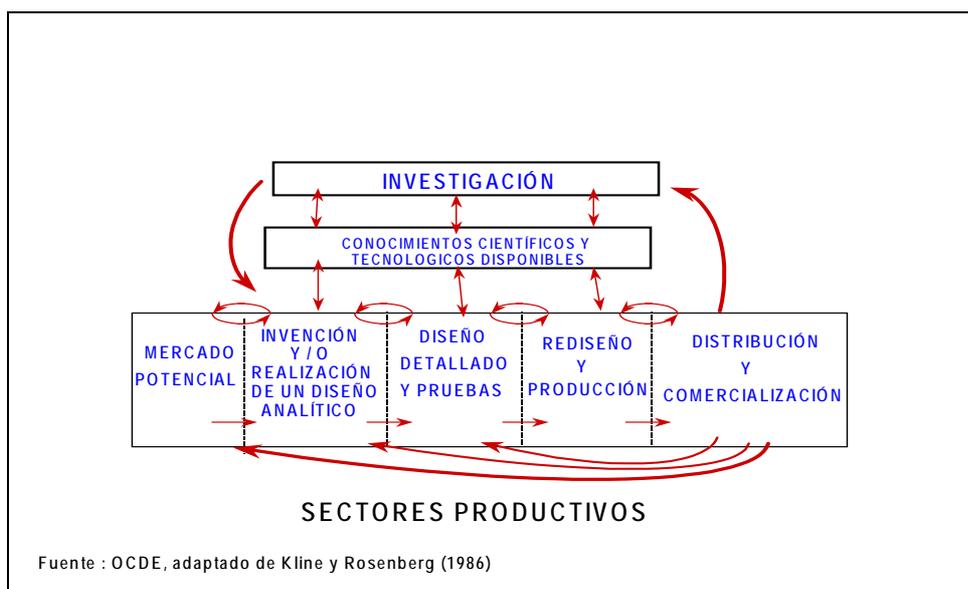
Fuente: Smith (1995)

La controversia entre estos dos enfoques, fue superada cuando en la década de los setenta se formulan los primeros modelos de carácter interactivo (Rosenberg, 1976)

que atacan directamente la linealidad de los modelos anteriores y exponen que en la realidad la innovación no se debe ver como un proceso lineal, ya sea encabezado por la demanda o por la tecnología, sino como una compleja interacción que vincula a los usuarios potenciales con los nuevos desarrollos de la ciencia y la tecnología.

Kline y Rosenberg (1986), presentan un modelo que ejemplifica este enfoque (figura 1.3), en la cual enfatizan el papel central de la empresa en la concepción de los procesos de innovación, las retroalimentaciones entre las diferentes fases del modelo, y las diversas interacciones que relacionan las diversas fuentes de conocimiento científico y tecnológico con cada una de las etapas de los procesos de innovación. En este modelo, la empresa recurre a las actividades de I+D cuando no consigue el conocimiento que precisa en otras fuentes (suministradores, empresas de bienes de equipo, ferias, patentes, bibliografía, etc.), por lo que estas actividades dejan de ser consideradas como el origen indiscutible del proceso innovador.

Figura 1.3. Proceso de innovación: modelo de enlaces en cadena



Existen dos aportaciones en el modelo de Kline y Rosenberg que hay que resaltar: en primer lugar, contempla la interacción existente entre la ciencia y la tecnología en todas las partes del modelo y no sólo al principio, como muestra el modelo lineal. La segunda cuestión relevante radica en la necesidad de tener siempre presente que cuando no se encuentran soluciones, se deben emprender nuevas investigaciones.

Como manifiestan Fernández de Lucio *et al.* (2000), no se trata de enfrentar ambos enfoques, ni de considerar que el enfoque interactivo invalida totalmente al lineal (en ambos casos las actividades tienen lugar de forma secuencial); se pretende poner de manifiesto lo que el enfoque interactivo aporta al lineal en el análisis del proceso que tiene lugar en el logro de la mayoría de las innovaciones.

Los enfoques interactivos tienen implicaciones directas en la naturaleza de las políticas científicas y tecnológicas que desarrollan los países y el papel que desempeña cada actor dentro del proceso de innovación. Fundamentalmente a través de estos modelos se enfatiza el carácter interactivo de los procesos de aprendizaje, el cual se desarrolla no solo al interior de las empresas, sino también entre empresas, entre empresas e instituciones tecnológicas, entre empresas y universidades, etc., razón por la cual una parte de la acción gubernamental debe estar dirigida al establecimiento de mecanismos que fomenten la interacción entre los diferentes agentes.

El reconocimiento de la innovación como un proceso interactivo implica a su vez cambios importantes en las universidades: que ya no son concebidas como agentes aislados donde se da inicio al proceso de innovación a través de la investigación básica, sino como espacios con capacidad y necesidad de relacionarse con el entorno socioeconómico.

1.2.2.5. El contraste entre “Modo 1” y el “Modo 2”

La segunda pregunta planteada al comienzo de este apartado hace referencia a la forma como se produce el conocimiento. En este sentido Gibbons *et al.* (1994), plantean que en la sociedad contemporánea se está evidenciando junto a la modalidad habitual de la ciencia académica, disciplinaria, organizada en forma jerárquica, homogénea y con estructuras básicamente estables; el fortalecimiento de otra forma de producción de conocimientos, que es transdisciplinaria, heterogénea, poco jerárquica y estructuralmente cambiante. Esta transformación es contemplada por los autores como el cambio del “Modo 1” al “Modo 2”.

En el Modo 1, el conocimiento se produce dentro de las disciplinas individuales, especialmente en universidades y en otras instituciones científicas, existiendo poca conexión con las necesidades sociales. Por el contrario, el Modo 2, implica generalmente una investigación multidisciplinaria o transdisciplinaria la cual lleva al

crecimiento de una variedad de instituciones (no solo universidades) con una frontera difusa entre los sectores tradicionales (universidad, industria, etc.). Según Gibbons *et al.* (1994), esta transdisciplinariedad presenta cuatro rasgos distintivos. En primer lugar, desarrolla un cuerpo de trabajo propio para guiar los esfuerzos hacia la solución del problema, la cual cuando es encontrada difícilmente puede ser reducida a partes de alguna disciplina específica. En segundo lugar, dado que la solución consta tanto de componentes empíricos como teóricos es innegable una contribución al conocimiento, aunque no necesariamente al conocimiento disciplinario. El conocimiento generado en esta forma, desarrolla su propia estructura teórica, métodos de investigación y modos de aplicación. En tercer lugar, contrario al Modo 1, donde los resultados son comunicados a través de los canales institucionales, los resultados son difundidos a aquellos que participan en la investigación y en cierta forma su difusión es acometida inicialmente en el proceso mismo de producción. Por último la transdisciplinariedad es dinámica. Una solución particular puede llegar a ser el espacio cognitivo para futuros desarrollos los cuales difícilmente pueden predecirse.

Otra característica fundamental del Modo 2, es su orientación práctica, o tal como lo expresa Gibbons *et al.* (1994): “la producción del conocimiento en el contexto de la aplicación”. En el Modo 1, la orientación del trabajo es definido en relación a las normas sociales y cognitivas que gobiernan la investigación básica o las ciencias académicas, sin que exista un objetivo práctico previamente establecido. En el Modo 2, el conocimiento que se persigue debe ser percibido desde el principio como útil por algún actor externo al grupo de investigación, sea este el gobierno, la industria o la sociedad en general. De esta forma el conocimiento es siempre producido bajo una continua negociación y por lo tanto no se producirá hasta tanto se contemplen los intereses de todos los actores directamente involucrados (Gibbons *et al.*, 1994; 4).

Es necesario tener en cuenta, tal como exponen los autores, que el termino aplicación, no se refiere simplemente al hecho de que el conocimiento se produce como respuesta a una demanda específica, ya sea de la industria o del mercado, sino que es el resultado de un proceso en el cual confluyen numerosos factores que representan mucho más que simples consideraciones comerciales. En el Modo 2, la ciencia ha ido más allá del mercado y la producción de conocimientos, llega a ser difundida a través de la sociedad, convirtiéndose en un proceso socialmente distribuido. En este punto cabe hacer una analogía con el concepto plasmado por Von Hippel (1998), sobre “los procesos de innovación socialmente distribuidos”, a través del cual manifestaba que la innovación surge de la iniciativa de diversos actores, con

intereses y conocimientos diversos que no se encuentran concentrados en un sector particular (académico, industrial, comercial, etc.). De esta forma, podría pensarse que el cambio en los procesos de producción de conocimientos representa una adecuación de las transformaciones evidenciadas en el proceso mismo de innovación.

Por otra parte, existen diversos investigadores (Weingart, 1997; Godin, 1998; Martin y Etzkowitz, 2001) que difieren de Gibbons *et al.*, en el sentido de catalogar el Modo 2, como un fenómeno propio de la sociedad contemporánea. Los detractores exponen que los orígenes de la ciencia moderna en el siglo XVII, se encontraron al combinar la búsqueda de la solución de problemas prácticos de tipo social y económico con el deseo de entender para la propia consideración (Merton, 1938). La separación subsiguiente del Modo 1, y el Modo 2 pueden representar quizás una fase intermedia en el desarrollo de la ciencia, que está ahora en el proceso de ser erosionada. Por ejemplo, la nanociencia y la nanotecnología parecen seguir a la biología molecular y a la biotecnología y llegar a ser virtualmente indiferenciables la una de la otra, debido a que los motivos y los resultados están combinados y los practicantes son cada vez más uno y el mismo (National Science and Technology Council, 1999).

Independientemente del origen temporal del Modo 2, no cabe duda que éste cambio en el proceso de producción de conocimiento presenta diversos impactos, tanto organizacionales como conceptuales, en la universidad contemporánea, algunos de los cuales se indican a continuación:

- Pérdida de monopolio en la producción de saberes legitimados,
- Inadecuación de la expresión transferencia de tecnología,
- Transformaciones organizativas.

El primer impacto, hace referencia al hecho de que en el contexto actual la producción de conocimiento es un proceso que se ha expandido ampliamente y en el cual las universidades, si bien son actores importantes no son los únicos. Un incremento en el número de lugares potenciales en los cuales se genera el conocimiento (centros de investigación públicos y privados, laboratorios industriales, consultoras, etc.), así como una relación más cercana entre ellos a través de redes funcionales de comunicación, son algunos de los aspectos que marcan la conformación de grupos de investigación (Gibbons *et al.*, 1994). Sin embargo, este fenómeno no parece ser tan novedoso. Desde hace muchas décadas, en los países desarrollados, especialmente en los Estados Unidos, se ha evidenciado la participación de diversas empresas no solo en la producción de tecnología sino también de ciencia de la más alta calidad (Arocena y

Sutz, 2001), lo cual sumado a la continua financiación de proyectos de investigación universitarios por socios externos, acentúa la pérdida de control de la universidad con relación a la agenda de investigación, es decir, con la elección de lo que se investiga.

El segundo impacto, si es más novedoso y hace referencia a lo inadecuado del término transferencia de tecnología al momento de referirse a la relación universidad sociedad. Según, Gibbons *et al.* (1994) en las condiciones actuales es difícil tener claridad de quien es el actor que transfiere (por que tiene lo que transfiere) y quien es el que recibe, razón por la cual proponen la utilización del término intercambio tecnológico. Este aspecto, implica no solamente un cambio terminológico sino también una transformación organizacional en las instituciones universitarias. En este sentido, los autores citados, manifiestan que la creación de estructuras y programas al interior de las universidades orientados hacia la transferencia tecnológica, constituyen esquemas de acción inspirados en el enfoque lineal del proceso innovador y del modo disciplinario/compartimentado de producción de conocimientos. Lo que se requiere a la luz del Modo 2, son innovaciones organizacionales dirigidas a eliminar las trabas a la contratación de trabajos de asesoría de profesores por parte de empresas y al desarrollo de estructuras flexibles que permitan la creación y desintegración de grupos ad-hoc, constituidos en torno a problemas específicos definidos de manera conjunta por múltiples actores sociales.

El tercer impacto, tiene que ver con las transformaciones organizacionales derivadas directamente de la producción de conocimiento en modo de aplicación. En el Modo 2, la flexibilidad y el tiempo de respuesta representan los factores determinantes, por lo cual la especialización y la fragmentación cada vez más fina en sub-disciplinas, típicas de la estructura universitaria del Modo 1, se convierten en serios obstáculos. En la nueva forma de producción de conocimiento los grupos de investigación tienden a ser menos formales y se conforman para un horizonte temporal definido después del cual, luego de resolver el problema de investigación, se disuelven (Gibbons *et al.*, 1994). La modalidad disciplinaria conlleva a una separación entre la estructura administrativa (facultad, instituto, departamento) y la estructura cognitiva (grupos de investigación) al ser esta última, donde se desarrolla el proceso de producción intelectual y que además, en lugar de ser flexible, está inmersa en lógicas decisionales y contables que limitan su accionar.

Ahora bien, es necesario aclarar que la transformación descrita anteriormente no representa el resultado de un proceso planificado sino por el contrario un estadio más

en la cadena evolutiva entre el conocimiento y las necesidades de producción que responde además a circunstancias específicas del entorno, las cuales sin duda, se manifiestan con mayor claridad en los países desarrollados. Por lo anterior, es de esperar que los elementos antes mencionados no se materialicen con la misma intensidad en contextos diferentes, como el latinoamericano por ejemplo. En este sentido, Arocena y Sutz (2001) exponen que: “El Modo 2, en la creación de conocimientos se manifiesta en las universidades pero no nace en ellas. Las circunstancias que lo hicieron posible en el mundo desarrollado están débilmente presentes en América Latina y ello puede acarrear dos tipos de problemas, desde la perspectiva universitaria. Por una parte, una continuidad de diversos aspectos de la estructuración exclusivamente disciplinaria que dificulten aun más la interacción con la producción y, por otra, un empuje hacia la copia impaciente de modelos organizativos cuyo respaldo en la realidad, sea, por decir, lo menos endeble”.

1.2.2.6. Las interacciones en el proceso de producción del conocimiento: Sistemas de Innovación

Otro de los aspectos interesantes que ha tenido lugar en la últimas décadas y que ha significado cambios profundos en el proceso de producción de conocimientos es el relacionado con los sitios en los cuales esta actividad es llevada a cabo. Como se mencionó al comienzo del capítulo, en el contexto actual lo relevante no está en los sitios donde se desarrolla la producción intelectual (universidades, centros de investigación, laboratorios empresariales, etc.), sino en la compleja red de interacciones que se tejen entre cada uno de ellos durante todas las etapas del proceso: desde el comienzo, al momento de definir las áreas temáticas donde se concentrará la actividad investigadora, durante el proceso de producción en sí, hasta las actividades relacionadas con la difusión de los resultados obtenidos. Este cambio en el proceso de producción, es en gran parte un reflejo de la evolución en la concepción del proceso de innovación y específicamente del tránsito de los modelos lineales hacia los modelos interactivos. El abandono del modelo lineal, por lo menos como directriz fundamental en el campo de las políticas científicas que comenzó a explicitarse en los países desarrollados a finales de la década de 1970, marcó un nuevo hito para el desarrollo de la universidad, fundamentado en su capacidad para relacionarse de forma activa con diversos agentes sociales. Estas transformaciones se materializaron tanto en el desarrollo de estructuras (parques científicos y tecnológicos,

incubadoras de empresas, etc.), como en el diseño de instrumentos dirigidos a estimular la vinculación universidad empresa²⁹.

Siguiendo esta línea, Freeman (2000) analiza la importancia del componente institucional en los procesos de innovación. En primera instancia el autor expone que una innovación implica en la mayoría de los casos un cambio en las instituciones predominantes. Este tema ha sido de especial interés para los neoschumpeterianos, entre otras razones, por la necesidad de explicar cómo pueden surgir procesos de cambio técnico ordenado en medio de un ambiente caracterizado por la diversidad y la incertidumbre. En este punto, es donde Nelson y Winter (1977, 1982) escriben el concepto de “trayectorias naturales”, el cual si bien ha sido cuestionado por algunos sociólogos (Makenzie, 1990; Sorge, 1993), resalta el papel importante que juegan las trayectorias en la evolución de la tecnología, al permitir visualizar las probables sendas futuras de desarrollo y crecimiento. Así mismo, el componente institucional juega un papel determinante en el proceso de difusión. Numerosos estudios (Boyer, 1988, 1993; Foray, 1993) han demostrado cómo en países diferentes, la implementación de una misma tecnología puede presentar variantes atendiendo a la diversidad institucional, lo cual constituye un elemento que beneficia el desarrollo evolutivo de la misma.

El análisis del componente institucional en los procesos de innovación dio origen al concepto de “Sistemas Nacionales de Innovación” (Lundvall, 1985; Nelson, 1985, 1992; Lundvall, ed., 1992; Nelson, ed., 1993; Freeman, 1987), identificados no solo como la red de instituciones que sirven de soporte a la I+D, sino también como el conjunto de relaciones y vínculos entre las mismas. Este concepto resulta fundamental para analizar el por qué países como Estados Unidos (a finales del siglo XIX) y Japón (en el siglo XX) han llegado a liderar en el campo tecnológico sin liderar necesariamente a nivel científico.

La emergencia de este nuevo enfoque representa el contexto más amplio en el cual se están procesando las transformaciones universitarias, ya que analiza los cambios que le ocurre a la institución en función de su interacción con otros agentes y de cómo

²⁹ Estos instrumentos abarcan desde acciones a nivel regulatorio hasta estímulos de carácter financiero. En el primer grupo se encuentra, por ejemplo, las reformas legales que facilitan la movilización de personal universitario al campo empresarial así como la contratación de servicios científico tecnológicos universitarios por parte de las empresas. Entre los estímulos financieros destacan los esquemas de incentivos fiscales para la realización de proyectos de I+D, la financiación pública de proyectos conjuntos de universidad empresa, entre otros.

éstos “ven a la universidad”, qué esperan de ella y cuánto creen que pueden o deben influir en lo que haga (Arocena y Sutz, 2001).

Los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI), constituyen de esta forma un enfoque apropiado al carácter interactivo, complejo e imprevisible de los procesos innovadores, que permite tener en cuenta la dimensión sociocultural de los mismos y facilita la profundización en las relaciones entre ciencia, tecnología, economía y sociedad. El calificativo de “Nacional” para los Sistemas de Innovación tiene como objeto delimitar el espacio circunscrito en el que se deben analizar, por considerarlo con unas características socioculturales específicas. Sin embargo, la dimensión “Regional” parece más adecuada, en un mundo cada vez más globalizado e intercomunicado, ya que abarca un espacio natural de identidad en lo cultural, de operación y relación en lo socioeconómico más homogéneo, y en el que la innovación puede encontrar su mejor medio de cultivo. Por ello, recientemente se está incidiendo en este espacio el análisis de los sistemas de innovación (Abello, 2002).

Los Sistemas Nacionales o Regionales de Innovación constituyen entonces, espacios socioculturales de identidad homogéneos, en los que se produce la creación de riqueza a través de múltiples, diversos, complejos e imprevisibles procesos de emprendimiento, gestión, aprendizaje y creación de nuevos conocimientos. Teniendo en cuenta lo expuesto precedentemente, muchos países y regiones han intentado profundizar en el conocimiento de su propio sistema de innovación (SI) con el propósito de diseñar adecuadamente sus Políticas de Innovación, Ciencia y Tecnología (Fernández de Lucio *et al.*, 2000).

A nivel internacional los principales aportes teóricos en materia de Sistemas de Innovación se le reconocen a autores como Lundvall, Richard Nelson y Christopher Freeman, entre otros, los cuales se analizan a continuación.

Christopher Freeman: El primer uso explícito del concepto de Sistema Nacional de Innovación es quizás el libro de Freeman (1987) sobre el Japón. En este libro el concepto de SNI hace referencia tanto a la organización específica de la nación en subsistemas, como a la interacción entre los mismos. Del análisis sobre el papel del gobierno en la organización para la I+D, y para la producción en las empresas, así como las relaciones existentes entre ellas, surgió la definición de SNI como "la red de instituciones en los sectores público y privado cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías".

Bengt-Ake Lundvall: Este autor ha hecho un aporte significativo en la interpretación de los Sistemas Nacionales de Innovación, destacando la importancia de los aspectos relacionados con la interacción y el aprendizaje que, en los estudios teóricos y prácticos acerca de la innovación venían observándose desde comienzo de la década de 1980. Lundvall (1992), sostiene que un SNI "... está constituido por elementos y relaciones que interactúan en el marco de la producción, de la difusión y la utilización de conocimientos nuevos y económicamente útiles ... un sistema de innovación comprende los elementos y las relaciones circunscritas a las fronteras de un Estado". El autor, establece la distinción entre SNI en un sentido estrecho (que hace referencia a las actividades de investigación y de desarrollo tecnológico) y en un sentido amplio (incluyendo la función de aprendizaje). La visión en un sentido amplio toma en cuenta, además del propio sistema de educación y formación de un país, a los sistemas de producción, comercialización y financiero como subsistemas del sistema nacional.

Lo que hace Lundvall es proponer un nuevo modelo económico que sustituye el pensamiento económico neoclásico. El centro del análisis pasa a ser la innovación y el aprendizaje interactivo que se deriva de ella. Por lo tanto, el proceso de innovación pasa a ser un proceso de aprendizaje interactivo, donde el recurso económico más importante es el conocimiento. El intercambio de este conocimiento es también interactivo, se comparten muchos y diversos conocimientos distribuidos en diversos actores sociales, los cuales hacen un fenómeno social. En última instancia este fenómeno sólo puede ser visto en un contexto territorial determinado, caracterizado por su historia, cultura, organización social e institucional.

Richard Nelson: Realizó un estudio sobre el sistema norteamericano y contempló como eje central de su análisis el carácter público y privado de la tecnología y el papel respectivo que cumplen las empresas privadas, el gobierno y las universidades, en los procesos de producción de las mismas. Los estudios de Nelson (1993), se centran en la producción del conocimiento e innovaciones y analiza los SI en un sentido limitado. Pero en su análisis la innovación es vista en un sentido amplio como "... los procesos por los cuales las empresas dominan y ponen en práctica diseños de productos y sistemas industriales novedosos...", luego señala que un sistema es "... un conjunto de instituciones cuya interacción determina el rendimiento innovador de las empresas nacionales ... el concepto de "sistemas" se utiliza para denominar a un grupo de actores institucionales que, en conjunto, desempeñan el papel central en el estímulo a actividades innovadoras".

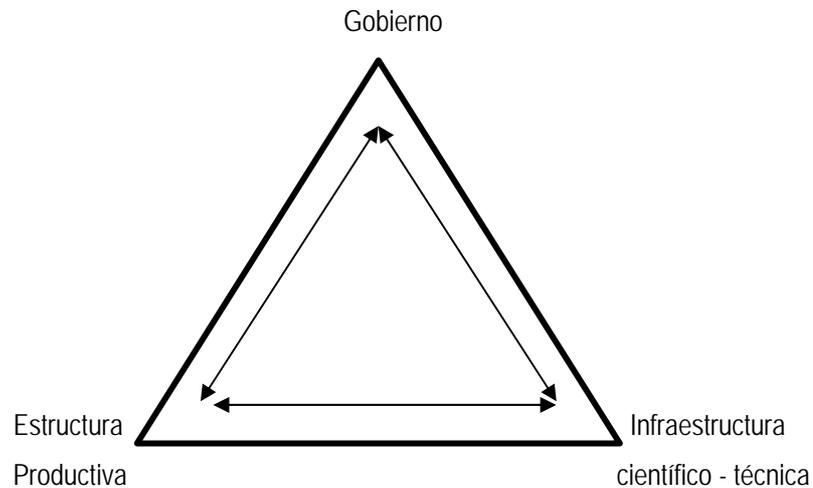
Sin embargo, y atendiendo al hecho de que la concepción de Sistema de Innovación pretende asumir el momento cultural, no solo en términos nacionales sino incluso regionales y locales resulta pertinente tener en cuenta los trabajos de Jorge Sábato y Natalio Botana, los cuales contribuyeron con su palabra a construir y configurar un SNI partiendo de las características propias del contexto latinoamericano, aunque en su momento no fuese denominado como tal.

El Triángulo de Sabato: Jorge Sábato y Natalio Botana (1968), publican en una revista Argentina lo que se dio a conocer como el “triángulo de Sabato”: *Reflexiones sobre el papel de la ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina*. Hay que resaltar, que las ideas de Sabato surgen en plena vigencia del modelo lineal y representan un aporte pionero de lo que luego pasa a definirse como Sistema Nacional de Innovación.

Las ideas de Sabato y de Botana, más que reflexiones académicas son reflexiones políticas, reconociendo que le corresponde a la investigación científica y tecnológica un papel importante en las transformaciones de una sociedad. La base del planteamiento de estos autores está en establecer una estrategia que permita a los países latinoamericanos desarrollar una capacidad técnico-científica que están obligados a disponer.

La estrategia que sugiere Sabato, se basa en identificar a los actores que harán posible la inserción de la ciencia y la técnica en el desarrollo. Él entiende que esto es el resultado de la acción integrada y coordinada de tres elementos fundamentales: el gobierno, la estructura productiva y la infraestructura científico-tecnológica. El enfoque destaca el carácter interactivo de estos elementos y la necesidad de contar con mecanismos que permitan su coordinación política. A partir de esta consideración, el autor plantea un “sistema de relaciones” que se expresa gráficamente en un triángulo (figura 1.4). La estrategia pasa por lo tanto, por crear las condiciones para el desarrollo de ese sistema de relaciones.

Figura 1.4. Triángulo de Sabato



Fuente: Sabato, J. y Botana, N., (1968)

La triple hélice de Etzkowitz y Leydesdorff: Un enfoque más reciente ha sido presentado por Etzkowitz y Leydesdorff (1997), denominado "la triple hélice" de las relaciones universidad-empresa-gobierno. Este modelo toma como referencia un modelo espiral de la innovación (frente al modelo lineal tradicional) que capta las múltiples relaciones recíprocas entre los organismos institucionales (públicos, privados y académicos) en diferentes niveles de capitalización del conocimiento. Estas tres esferas institucionales que anteriormente operaban de manera independiente manteniendo una distancia prudencial, tienden cada vez más a trabajar conjuntamente siguiendo un modelo en espiral, con vinculaciones que emergen a diversos niveles del proceso de innovación, para formar la llamada "triple hélice".

En realidad, se habla de dos tipos de triple hélice: en el primero, la universidad, la industria y el gobierno están relacionados pero cada uno conserva y desempeña su rol tradicional; en el segundo, hay una interpenetración en cada hélice y los actores antes mencionados asumen papeles que tradicionalmente correspondía a otro actor (por ejemplo universidades que forman empresas) dando origen de esta forma a instituciones de carácter híbrido. El primer tipo de triple hélice es en esencia el mismo planteamiento teórico del triángulo de Sabato, el cual surgió treinta años antes. En el segundo, el aspecto novedoso lo marca las zonas de intersección entre cada hélice que es donde al final se generan las nuevas instituciones y se da el paso a la

“universidad empresarial”. Pero quizás la diferencia más evidente entre el planteamiento de Sábato y el de Etzkowitz, se centra en que el primero es un concepto normativo, el cual establecía en cierta forma una directriz general para fomentar el desarrollo científico tecnológico pero no mostraba evidencia de que ello estuviera sucediendo en aquel momento; mientras que el segundo es un concepto descriptivo, que da cuenta de la dinámica real de la última década evidenciada en los países desarrollados (Arocena y Sutz, 2001).

La triple hélice no solo recalca el valor de las relaciones entre universidad, gobierno e industria, sino que también valora las transformaciones internas en cada una de esas esferas, las cuales han comenzado a gestionarse desde hace algún tiempo en los países desarrollados. En América latina, el proceso ha sido mucho más accidentado, en especial por las características existentes en el entorno. Tal como lo plantea Sutz (2000), tras el proceso de liberalización de la economía, los países latinoamericanos intentan establecer las conexiones siguiendo el sistema de relaciones internacionales, mientras que las infraestructuras regionales tienden a permanecer subdesarrolladas. En este sentido, el reto de construir una Triple Hélice en América Latina tiene que ver con el mejoramiento de las políticas nacionales en materia de ciencia y tecnología, definiendo los instrumentos necesarios para el desarrollo de estructuras acordes a las nuevas exigencias de la competitividad internacional y la definición de estímulos adecuados en aras de favorecer la interrelación de los actores. Estas acciones deben contemplar en un lugar especial a las universidades, ya que tal como lo expresa Etzkowitz (1998): “las nuevas exigencias y los cambios institucionales parecen reservar a las universidades, en varias partes del mundo, un papel crecientemente importante”.

1.2.3. Las relaciones universidad empresa

1.2.3.1. Consideraciones generales

Las consideraciones planteadas en los apartados precedentes dejan claro una realidad importante en el contexto actual, el desarrollo de una nación está determinado fundamentalmente por la capacidad que ésta tenga para generar, utilizar y difundir conocimientos a través de sólidos procesos de aprendizaje. Dichos procesos se encuentran determinado no tanto por la capacidad individual de cada actor sino por el grado de interacción que estos tengan y la fortaleza de los vínculos que se establezcan entre ellos. En este sentido, las universidades pueden y deben contemplar como elemento clave dentro de su planeación estratégica la definición de prácticas y procedimientos que les permitan operar y evaluar programas de vinculación con organizaciones e individuos de los sectores públicos, productivos y sociales. El presente apartado está enfocado al estudio de uno de estos tipos de vinculación, el de la universidad y la empresa, el cual si bien desde el punto de vista sistémico no constituye el único, si representa uno de los más analizados, especialmente por su impacto en la definición de políticas científicas y tecnológicas, y en el desarrollo competitivo del tejido industrial.

Las transformaciones acontecidas en los procesos de producción de conocimiento así como en la propia concepción de universidad, sus funciones y relaciones, han provocado que la vinculación universidad empresa desarrolle un matiz diferente. En el contexto actual, no resulta evidente el hecho de que las universidades se encarguen solo de generar conocimiento y que por su parte las empresas actúen solo como usuarias del mismo, elemento que se constituyó en la premisa fundamental de los modelos lineales y que representó el marco general en el cual se trató el tema universidad empresa desde la Segunda Guerra Mundial. En la actualidad, se reconoce que esta relación es más compleja y debe ser abordada no desde una visión simplista de oferta y demanda, sino como un proceso de colaboración que otorga beneficios mutuos y que puede gestionarse en función de diversos elementos, según los cuales los actores (la universidad y la empresa) asumen funciones diferentes y en algunos casos poco tradicionales³⁰. A través de la colaboración las universidades obtienen información necesaria para actualizar sus programas académicos, fomentan la

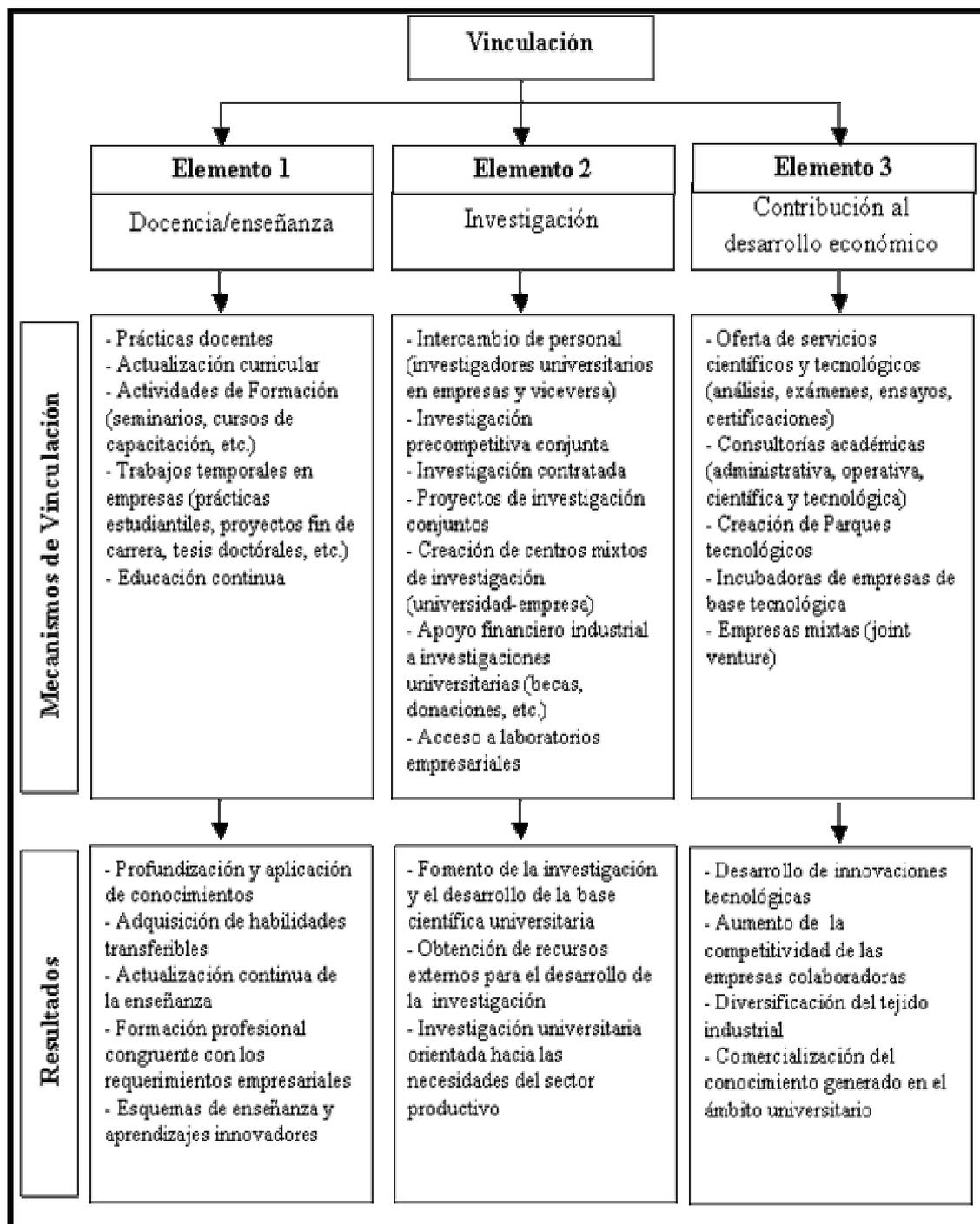
³⁰ En este sentido, se observa como las universidades crean empresas derivadas de sus proyectos de investigación y desarrollo, al tiempo en que las empresas crean universidades y desarrollan tecnologías en campos específicos en los cuales se desempeñan.

investigación y el desarrollo de su base científica y obtienen recursos adicionales derivados de la comercialización del conocimiento generado. Por otro lado, las empresas obtienen solución a problemas tecnológicos, aumentan su capacidad de absorción, desarrollan las habilidades profesionales de su personal y en general fomentan su crecimiento y desarrollo competitivo. La colaboración se manifiesta en ambos sentidos y no es un proceso unidireccional que parte de la universidad, a través de la generación de conocimiento, y termina en la empresa con la utilización del mismo.

Desde la perspectiva de la universidad, la vinculación con el sector productivo constituye una actividad necesaria para su desarrollo tanto en el campo educativo como en el económico. De hecho, dependiendo de los instrumentos de interacción que se utilicen, la cooperación puede fortalecer el desarrollo de cualquiera de las funciones de la universidad, es decir, la enseñanza, la investigación o la contribución al crecimiento económico. De esta forma, por ejemplo, la vinculación asumida a través de intercambios de personal, estancias estudiantiles y mecanismos análogos, promueven la adquisición de conocimientos y destrezas prácticas necesarias para el desempeño profesional, al tiempo en que proveen una retroalimentación indispensable para evaluar y actualizar los programas académicos en virtud a su relevancia en el campo laboral. De igual forma, a través del desarrollo de proyectos de investigación conjuntos, estancias de investigadores universitarios en empresas, investigaciones contratadas, etc., es posible fortalecer los programas universitarios de investigación orientándolos hacia las necesidades reales del sector productivo. Por último, la colaboración emprendida a través de mecanismos como la creación de empresas de inversión mixta "*joint ventures*" o empresas universitarias de base tecnológica "*Spin-offs*", se convierte en una herramienta que favorece el cumplimiento de la tercera función universitaria (cuadro 1.3).

Desde la perspectiva de la empresa, la relación con la universidad le provee el conocimiento y experiencia necesaria para sustentar su crecimiento y desarrollo, especialmente en el campo tecnológico. Así mismo, una relación estrecha con las universidades le permite influir en el plan de estudios y hacerlo más relevante a las necesidades del trabajo profesional.

Cuadro 1.3. Elementos de la vinculación desde la perspectiva universitaria



Fuente: Elaboración propia

Los anteriores son algunos de los beneficios derivados de la relación universidad empresa y que se trataran con mayor detalle en las secciones siguientes, junto con otros aspectos fundamentales referidos a los estímulos y obstáculos asociados al establecimiento de programas de vinculación. De igual forma, será objeto del presente apartado el estudio de algunas experiencias internacionales en el campo de la relación universidad empresa, no con el objetivo de transferir prácticas de vinculación de un contexto nacional a otro, lo cual por demás es imposible, sino con el fin de identificar elementos comunes que faciliten el proceso. En este sentido, se estudiaran algunos antecedentes históricos y referencias actuales del proceso de vinculación en el contexto estadounidense y europeo, para posteriormente analizar los avances alcanzados en esta materia en el ámbito latinoamericano.

1.2.3.1.1. Definición de la relación universidad empresa

El término de relaciones universidad empresa (RUE), se constituye en una expresión bastante utilizada y en muchos casos poco definida. La formulación de políticas científicas, así como los gestores económicos están cada vez más interesados en los aspectos relacionados con la interacción entre los sectores universitario y productivo, fundamentalmente por la importancia que los estudios teóricos y empíricos le han reconocido a éste elemento como estrategia de desarrollo. Gould (1997) define las relaciones universidad empresa como³¹: “conjunto comprensivo de procesos y prácticas planeados, sistematizados y continuamente evaluados, donde los elementos académicos y administrativos de la universidad se relaciona internamente entre unos y otros, y externamente con otras personas y organizaciones, con el propósito de desarrollar y realizar acciones y proyectos de beneficio mutuo”. Según este autor, a través de estas acciones las actividades universitarias alcanzan mayor contenido, relevancia y presencia frente a los sectores productivos, público y social, al tiempo que facilitan la modernización y promueven la innovación empresarial. En el planteamiento de este autor subyace la idea de que la relación es una actividad de muchas facetas: por ejemplo, como una estrategia educativa para integrar conocimientos y acción, como un mecanismo para mitigar conflictos actuales y potenciales entre el mundo académico y el empresarial, como un instrumento de desarrollo nacional y como instrumento de impulso a la modernización de los sectores que se comprometen con ella.

³¹ Este autor no utiliza expresamente el término de relaciones, sino el de vinculación.

Por otro lado, Sebastián (1993) manifiesta que el tema universidad empresa debe ser abordado en términos de colaboración. Este autor reconoce que aunque el proceso es bastante heterogéneo, en función del grado de complejidad del sistema ciencia-tecnología-industria existente en cada territorio, es posible definirlo como un "sistema multipolar interactivo en el que conviven múltiples agentes, con funciones difusas y al mismo tiempo compartidas". Esta definición enfatiza especialmente en el hecho de que en las RUE los actores involucrados no juegan siempre un mismo rol, sino que por el contrario adoptan funciones distintas dependiendo de los objetivos perseguidos. Este aspecto le otorga una mayor complejidad al proceso de relación, ya que no lo circunscribe a la realización de actividades específicas predeterminadas (por ejemplo, transferencia de conocimientos tecnológicos de la universidad hacia la empresa) sino en una compleja red de acciones en la cual no existe un demandante ni un oferente definido³². De esta forma, la relación universidad empresa se convierte en un proceso de intercambio recíproco, en el cual los agentes involucrados obtienen beneficios mutuos. Dicho proceso puede ser abordado a través de la implementación de diversas acciones de vinculación que dependen tanto de los objetivos que se pretendan alcanzar como también de elementos externos relacionados con la cultura, la tradición, la estructura productiva y las necesidades reales del entorno socioeconómico. Estos últimos aspectos no deben obviarse al momento de abordar el tema universidad empresa ya que pueden conducir erróneamente al establecimiento de mecanismos de interacción que si bien son congruentes con los fines perseguidos, no contemplan las diferencias internas de cada actor ni tampoco las especificidades del entorno.

En este sentido, Fernández de Lucio (1997), llama la atención sobre lo equívoco de plantear la RUE como un proceso homogéneo, sin considerar las realidades dispares existentes tras las denominaciones genéricas de universidad y empresa. En otras palabras, lo que sugiere este autor, es que para desarrollar con mayor éxito las actividades de vinculación, se deben considerar las diferencias presentes en los actores involucrados, las cuales en el caso de las universidades, dependen en gran medida de su perfil (académico, clásico, social, empresarial y emprendedor), y en el caso de las empresas se encuentran condicionadas fundamentalmente por factores

³² En algunos casos, las empresas representan las instituciones demandantes al utilizar los servicios tecnológicos o el conocimiento generado en la universidad, mientras que en otros este rol es asumido por la universidad cuando desarrolla mecanismos que le permiten obtener información relevante para mejorar sus planes académicos y sus actividades de enseñanza. En otras ocasiones incluso, es posible que no exista un demandante y un oferente propiamente dicho, sino que por el contrario los actores desempeñen acciones compartidas, por ejemplo, cuando se establecen contratos *joint ventures* para la creación de empresas mixtas.

como el tamaño, la actividad económica, la capacidad de absorción y la actitud de la organización hacia la innovación. De esta forma, una universidad emprendedora tiene mayor capacidad para relacionarse con el sector productivo que otro tipo de universidad y, el establecimiento de los vínculos será mucho más fluido si la empresa colaboradora pertenece a sectores de tecnología avanzada, donde se contempla la innovación y las actividades de I+D como una estrategia básica de desarrollo³³. Atendiendo a estas consideraciones, se hace necesario que la definición de cualquier estrategia de vinculación parta de una evaluación inicial del Sistema de Innovación en el cual está inmersa la universidad para asegurar la eficacia de las acciones que se adopten, de lo contrario se puede correr el riesgo de adoptar instrumentos que a pesar de ser exitosos en otros contextos nacionales no tienen mayor efecto en el ámbito propio.

1.2.3.1.2. Los beneficios de la relación universidad empresa

La vinculación, efectivamente operada, confiere una amplia variedad de beneficios para la sociedad, las universidades y obviamente para el sector productivo.

En términos generales, las relaciones universidad empresa constituyen un medio eficaz para alcanzar con mayor facilidad los objetivos planteados en el campo social y económico, estimulando el desarrollo de innovaciones y fortaleciendo los procesos de aprendizaje, los cuales como es bien sabido representan el elemento fundamental en la sociedad del conocimiento.

En el contexto universitario, la vinculación fortalece tanto las relaciones externas como la cohesión interna de la institución. Una relación bien desarrollada, mejora de una parte la comunicación de la universidad con los agentes externos y desarrolla la confianza necesaria para integrarse efectivamente en su entorno socioeconómico, y por otra, estimula la consolidación de vínculos internos proveyendo la coordinación necesaria para el establecimiento de políticas, procedimientos y proyectos útiles para la prestación de los servicios. La vinculación tiende a promover la comunicación que vuelve a la administración institucional más ágil y eficiente, desarrollando nuevas estructuras administrativas para poder responder de manera más rápida a las organizaciones con las cuales se relaciona (Gould, 1997).

³³ Según Fernández de Lucio (1997), en la medida en que el nivel tecnológico de la empresa disminuye, las relaciones se tornan más difíciles y aparecen problemas de comunicación entre los académicos y los empresarios, debido a diferencias en la formación tecnológica y a la carencia de una actitud empresarial favorable hacia los procesos de innovación.

La relación con el sector productivo se convierte también en una herramienta relevante para el incremento de la calidad de la educación ya que otorga los elementos de juicio necesarios para evaluar la pertinencia de los programas académicos, facilita la actualización continua de los docentes y fomenta la adquisición de conocimientos profesionales por parte de los estudiantes a través de la aplicación práctica de los fundamentos teóricos. De igual forma, la vinculación constituye una fuente importante de innovaciones universitarias, tanto en el ámbito organizativo, como en el campo de la enseñanza y el aprendizaje. Dependiendo de los objetivos que se persigan, las universidades desarrollan mecanismos y estructuras organizacionales que les faciliten el contacto y la interacción con el sector externo, como es el caso de los centros de transferencia tecnológica, centros de vinculación industrial, incubadoras de empresas, etc., que representan transformaciones estructurales importantes dentro de la propia estructura universitaria. De igual forma, cada vez es más común contemplar dentro de los programas académicos aspectos como simulaciones de casos derivados de problemas reales, realización de proyectos grupales, prácticas estudiantiles y proyectos de fin de carrera en empresas, y otros elementos orientados hacia la consolidación de procesos de aprendizaje con una orientación práctica mayor.

A parte de los beneficios anteriores, no hay que olvidar que la relación de la universidad con la empresa constituye una estrategia importante para la obtención de recursos adicionales, necesarios para el desarrollo de su función investigadora³⁴. Estos recursos son potencializados si en lugar de adoptar mecanismos de cooperación tradicionales se adelantan esquemas mucho más innovadores (parques tecnológicos, spin-offs, joint venture), fundamentados en la creación de espacios económicos alrededor de las propias universidades, a través de los cuales éstas pueden desempeñarse como creadoras directas de riqueza y empleo (Etzkowitz, 1997; Arocena y Sutz, 2001).

Adicional a los aspectos anteriores, no hay que olvidar que la universidad se encuentra dentro de un mercado muy competitivo en el cual su proyección ante la sociedad constituye un elemento de vital importancia para atraer tanto a estudiantes como a académicos e investigadores altamente calificados. En este punto, la vinculación también otorga beneficios importantes dándole mayor prestigio a la institución y mejorando su imagen pública. Así como en el ámbito universitario la capacidad que

³⁴ Por ejemplo, la utilización de laboratorios empresariales por parte de los investigadores académicos o la financiación directa de los proyectos de investigación por parte de la empresa.

tengan los investigadores para gestionar recursos externos define en gran parte su estatus dentro de la institución, en un sentido más amplio, la capacidad que tenga la universidad para colaborar con el sector productivo define su importancia dentro del entorno y le confiere un papel protagónico en las transformaciones sociales.

Desde la perspectiva empresarial, la relación con el sector universitario provee los conocimientos e ideas necesarias para fomentar el desarrollo de innovaciones y la modernización de sus actividades productivas. Para las empresas, el desarrollo de proyectos conjuntos con las universidades no solo le ofrecen solución a problemas específicos, especialmente en el campo tecnológico, sino que también se convierte en un mecanismo valioso para reclutar graduados e incorporarlos a su personal profesional.

El sector productivo, también se beneficia cuando asesora a las universidades para hacer el plan de estudios más trascendental al trabajo profesional. De esta forma, la cooperación con las unidades académicas ayudaría a formar graduados con una mejor combinación de conocimientos, habilidades profesionales y experiencia práctica para efectuar un trabajo efectivo y eficiente (Gould, 1997).

1.2.3.1.3. Los obstáculos y factores determinantes de la relación

A pesar de los múltiples beneficios derivados de una interacción eficiente entre la universidad y el sector productivo, hay que reconocer que el desarrollo de los vínculos entre estos agentes no es una tarea simple y por demás espontánea. El fortalecimiento y consolidación de las relaciones universidad empresa es un proceso que demanda de esfuerzos continuados, no solo de los agentes directamente implicados, sino de la sociedad en general. No hay que olvidar que en última la universidad y la empresa forman parte de un conjunto más amplio, dinámico y social representado por el Sistema de Innovación en el cual confluyen otros elementos que directa o indirectamente participan en el proceso de relación. En este sentido, la experiencia indica que más allá de las capacidades, características y objetivos específicos que se planteen los sectores productivo y universitario, su interacción viene marcada por condiciones del entorno, en las cuales el gobierno asume un papel protagónico (Smith, 1995; Fernández de Lucio, 1997).

Sin ánimos de desconocer las diferencias propias de cada ámbito territorial y corriendo el riesgo de caer en generalidades un tanto simplificadoras, es posible establecer que el papel del gobierno con relación al tema universidad empresa ha estado orientado

por una parte al establecimiento de un marco legislativo favorable que permita y facilite las relaciones, y por otra a la adopción de diversos mecanismos, especialmente de carácter financiero, orientados a promover directamente las actividades conjuntas entre los diferentes actores. Fernández de Lucio *et al.* (1997), plantean 6 roles básicos que pueden ser asumidos por la administración pública: productor, cliente, regulador, facilitador, promotor y modelo espejo, de las cuales las tres últimas son relevantes en consideración al tema tratado (cuadro 1.4).

Dentro de las acciones específicas tradicionalmente asumidas por el gobierno para fomentar la vinculación se encuentran: el financiamiento de proyectos conjuntos entre universidad y empresa, leyes y reglamentos orientados a facilitar la vinculación, coordinación de dependencias gubernamentales para fomentar la relación, suministro de información para la planeación y desarrollo de proyectos, reformas en los principios de contratación pública para promover la compra y prestación de servicios tecnológicos, así como la movilidad del personal científico y en términos generales el desarrollo de la base científico-tecnológica y de investigación.

Cuadro 1.4. Rol de la administración pública

Rol	Acciones
Productor	Desarrollo de innovaciones y actividades de I+D a través de centros e institutos públicos de investigación, así como empresas estatales de alta tecnología.
Cliente	Utilización de las compras públicas como motor de innovación y desarrollo.
Regulador	Creación de un marco legal favorable para la innovación: leyes de patentes, propiedad intelectual, normalización y homologación de productos, etc.; establecimiento de reglamentaciones con contenido tecnológico (medio ambiente, seguridad, sanidad, etc.); establecimiento de reglamentaciones que indirectamente favorecen la innovación.
Facilitador	Creación de un marco institucional para el desarrollo de políticas de innovación activas, promoción de un sistema educativo orientado a la formación de profesionales cualificados a todos los niveles, desarrollo de infraestructura avanzada de comunicaciones, documentación, laboratorios de ensayo, etc.
Promotor	Diseño y aplicación de políticas de innovación que contemplan la creación de infraestructuras de apoyo y la financiación de las actividades innovadoras.
Modelo espejo	Adopción de actitudes innovadoras en el desarrollo de las actividades habituales del Estado.

Fuente: Fernández de Lucio *et al.* (1997)

No obstante, un elemento clave dentro del análisis de la vinculación, es el reconocimiento de las diferencias genéricas que existen entre las universidades y las empresas, relacionadas con su cultura, misión, funciones, presiones de tiempo y estilo de operación, que dificultan el desarrollo de las relaciones y que gestionadas inadecuadamente se convierten en barreras insalvables.

En el caso de la universidad, su perfil representa un aspecto relevante. Si la institución es fundamentalmente de corte clásico, asumirá la investigación como una función “inmaculada” caracterizada especialmente por su independencia de las necesidades prácticas del sector externo. En este tipo de institución los docentes e investigadores pueden ver la relación con las empresas como un factor de riesgo para el cumplimiento de la misión académica y el menoscabo paulatino de la investigación básica a manos de la investigación aplicada. En este caso, la relación se torna particularmente difícil y requerirá para su fomento el cambio de la cultura universitaria, una transformación no fácil de alcanzar. Así mismo, pueden existir al interior de las universidades elementos administrativos que obstaculicen la colaboración con el exterior. Una estructura burocrática, por ejemplo, inhibe la capacidad de respuesta de la institución y entorpece cualquier iniciativa destinada a promover la relación. Dentro de la institución universitaria se hace necesario la creación de espacios para la innovación, que permitan la toma de riesgos prudentes y promuevan una actuación creativa en el desarrollo de proyectos (Gould, 1997).

Otro obstáculo para el desarrollo de las relaciones lo constituye la divergencia entre los objetivos universitarios y empresariales. La universidad, por naturaleza, esta orientada a la generación y difusión de conocimientos, su elemento motriz no es la consecución de riqueza sino el logro de objetivos intelectuales y sociales de largo plazo. En cambio las empresas, son organizaciones lucrativas, persiguen beneficios económicos inmediatos y se rigen bajo normas de productividad y competencia. Una estrategia de vinculación eficiente debe tratar de conciliar estas diferencias, especialmente las relacionadas con las visiones temporales de los agentes (a corto plazo para la empresa y largo plazo para la universidad) las cuales en la mayoría de los casos son las responsables de que no se aborden proyectos conjuntos.

En el caso de la empresa, características como su tamaño, su capacidad tecnológica, sus prácticas administrativas y la formación de su personal constituyen elementos determinantes de su nivel de vinculación (Fernández de Lucio, 1997). Las empresas de sectores tradicionales y tecnológicamente menos avanzados presentan una

resistencia mayor para colaborar con las universidades, debido a que no lo consideran necesario y no están acostumbradas a ello. En cambio, una empresa intensiva en tecnología que depende fuertemente de la generación de conocimientos y del desarrollo de innovaciones reconoce en la universidad un aliado importante, más aún si es una PYME que no cuenta con la infraestructura y los recursos necesarios para abordar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico por sí sola.

Dos elementos adicionales, que generalmente son reconocidos como barreras importantes, son la desconfianza mutua entre los agentes y los conflictos entre la legislación y las necesidades de vinculación. El primer elemento se deriva de las diferencias existentes entre los objetivos universitarios y empresariales, el lenguaje que utilizan y la imagen proyectada por cada institución ante la sociedad. El segundo elemento se relaciona con la existencia de normas muy estrictas que inhiben la movilización de personal y la contratación pública, así como una legislación difusa en materia de propiedad intelectual y trabas administrativas para la elaboración de contratos y convenios.

El reconocimiento de los aspectos anteriores constituye el punto de partida para el establecimiento de estrategias de vinculación eficientes. En la práctica son pocos los casos de vinculación espontánea, la experiencia ha demostrado la necesidad de contar con elementos facilitadores en el entorno que promuevan procesos de cooperación exitosos. Los obstáculos, identificados a tiempo, pueden ser superados si se cuenta con la voluntad de los diferentes actores, aún si se considera que a pesar de las diferencias, en la actualidad la universidad y la empresa enfrentan retos comunes: ambas están obligadas a enfrentar el impacto de la tecnología, optimizando el rendimiento de los recursos cada vez más escasos y mejorar continuamente su eficiencia operativa (Gould, 1997).

Entre los elementos que deben estar presentes, al menos en el ámbito universitario, para la institucionalización de las relaciones con el entorno socioeconómico, Fernández de Lucio (1997) identifica los siguientes:

- Un marco legislativo de la universidad que propicie las relaciones.
- Un plan estratégico que incluya estas relaciones entre sus objetivos, o en su ausencia, una actitud favorable del equipo de gobierno hacia las mismas, que puede reforzarse con acciones encaminadas a crear un estado de opinión en la

comunidad académica, de manera que estas relaciones sean consideradas como actividades propias o normales de la universidad.

- Una oferta de conocimientos sólida, cuyo nivel y calidad sean suficientes como para permitir una comunicación fluida con los posibles utilizadores.
- Un salario digno de los miembros de la comunidad académica que les permita dedicarse en exclusiva a las actividades universitarias (especialmente a docencia e investigación), lo que debe de ir acompañado con un número de alumnos no muy elevado para que las actividades de docencia no acaparen la casi totalidad de su tiempo.
- Una normativa que regule las relaciones con sencillez, transparencia, flexibilidad y eficacia, de manera que los investigadores no sientan que las actividades administrativas o de gestión entorpecen significativamente sus actividades científico-técnicas.
- Una estructura -creada o participada por la universidad- de apoyo a las relaciones, que sirva para dinamizar a los profesores, informar y asesorarles técnicamente en las relaciones y que les solucionen los problemas administrativos y de gestión relacionados con la cooperación.

Así mismo, desde el sector productivo se deben establecer estrategias de cooperación que contemplen los siguientes aspectos básicos:

- Análisis de la competencia empresarial y del mercado al cual abastece.
- Definición de la estrategia tecnológica de la organización (liderazgo tecnológico, seguidor o adquisición de tecnología) y su capacidad para adoptar tecnologías importantes y realizar mejoras.
- Identificación de áreas clave donde se requiere asesoría externa.
- Objetivos de formación y capacitación del recurso humano.
- Actores clave para el establecimiento de vínculos (asociaciones gremiales, empresas de consultoría, servicios de información empresarial, universidades, etc).

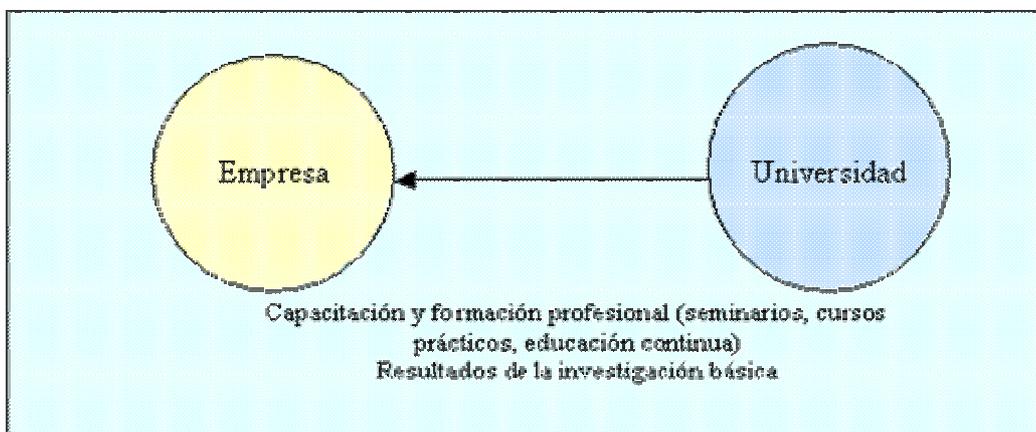
1.2.3.1.4. La tipología de los mecanismos de cooperación

Los mecanismos de cooperación utilizados para fomentar las relaciones entre la universidad y la empresa han adoptado esquemas diversos, en función de los objetivos perseguidos y las características específicas de los agentes que relaciona.

En este sentido, aunque los instrumentos más importantes han sido ampliamente reconocidos, es común encontrar en la literatura especializada sobre el tema diversas tipologías según los criterios de clasificación empleados por los autores (Sellar, 1990; Martínez, 1997; Fernández de Lucio, 1997; Ramírez, 1997).

Desde una perspectiva histórica, el desarrollo de los mecanismos de cooperación ha estado determinado por la visión que se tenga del proceso mismo de vinculación. De esta forma, las primeras estrategias adoptadas encontraron su fundamento en la concepción lineal del proceso innovador y abordaron el tema de las relaciones esencialmente como un problema de oferta y demanda. Estos mecanismos, que aun hoy día mantienen su pertinencia y relevancia, se orientaban a integrar las necesidades del sector productivo con el soporte que en determinadas áreas pudiera ofrecer la universidad. En un primer momento, la relación se manifestaba básicamente en un sentido y estaba determinada por los servicios que en materia de capacitación y formación pudiera ofrecer la universidad a las empresas y por el uso que éstas últimas pudieran hacer del conocimiento generado a través de la investigación básica universitaria (figura 1.5). A través de estos mecanismos las universidades apoyaban el desarrollo del sector productivo, obtenían beneficios indirectos derivados del financiamiento que el gobierno le ofrecía y que dependía en gran parte del dinero recaudado a través de los impuestos empresariales. Bajo este esquema, la relación universidad empresa es unidireccional y los actores se mantienen distantes en múltiples aspectos. La colaboración universitaria gira en torno al cumplimiento de dos funciones básicas: la enseñanza y la investigación, ésta última sin ninguna orientación práctica claramente definida.

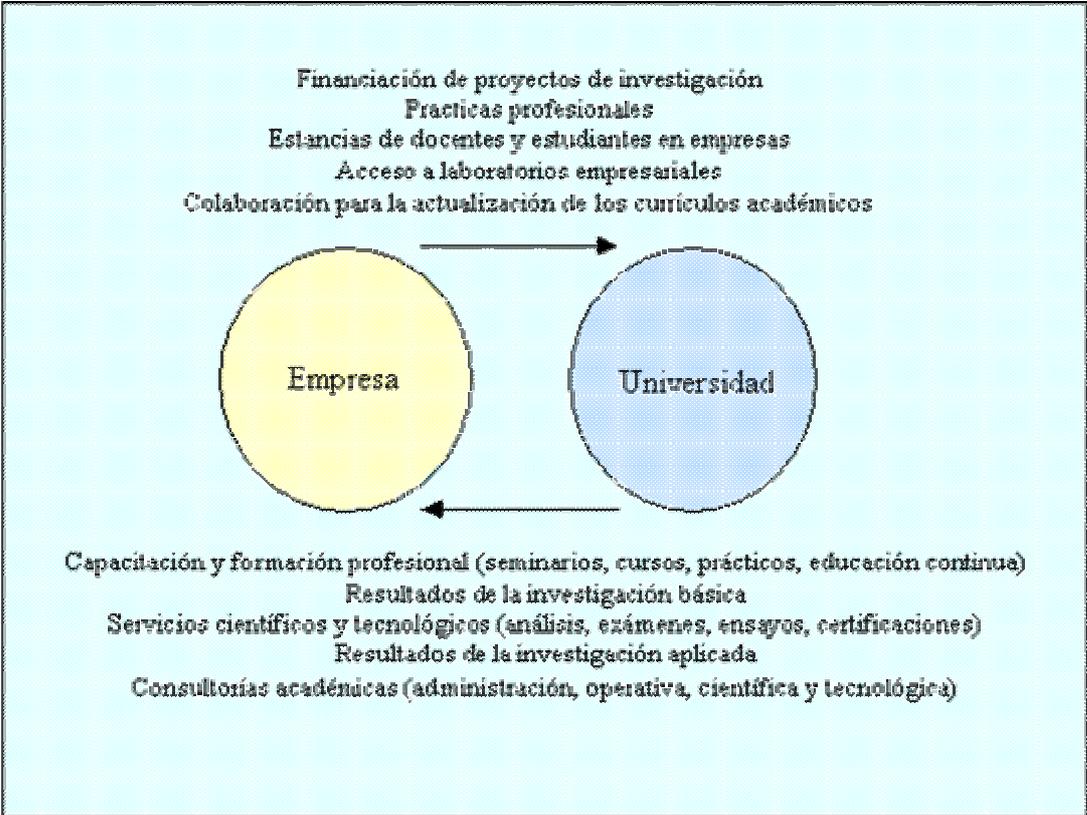
Figura 1.5. Relación unidireccional



Fuente: Elaboración propia

En un segundo momento, la relación entre estos actores se vuelve más estrecha y se desarrollan mecanismos de vinculación bidireccionales que otorgan beneficios directos a ambas partes. Se mantiene todavía el enfoque de oferta y demanda pero con cambios sustanciales. En primer lugar, los servicios universitarios (formación e investigación) se orientan más hacia las necesidades del sector productivo, perdiendo un poco de autonomía, pero alcanzando mayor relevancia en el contexto socioeconómico. De esta forma, comienzan a desarrollarse servicios científicos y tecnológicos, investigaciones contratadas y consultorías académicas, al tiempo que se comparten laboratorios, bibliotecas, equipos técnicos y gran variedad de recursos. En segundo lugar, la universidad actúa también como demandante al utilizar recursos empresariales, al aprovechar la tecnología presente en la empresa y al obtener información relevante para mantener actualizados sus programas académicos y mejorar sus prácticas de investigación y enseñanza (figura 1.6). En este esquema de vinculación, a diferencia del anterior, la universidad obtiene beneficios económicos directos y le provee a las empresas los servicios que requiere para solucionar problemas específicos.

Figura 1.6. Relación bidireccional



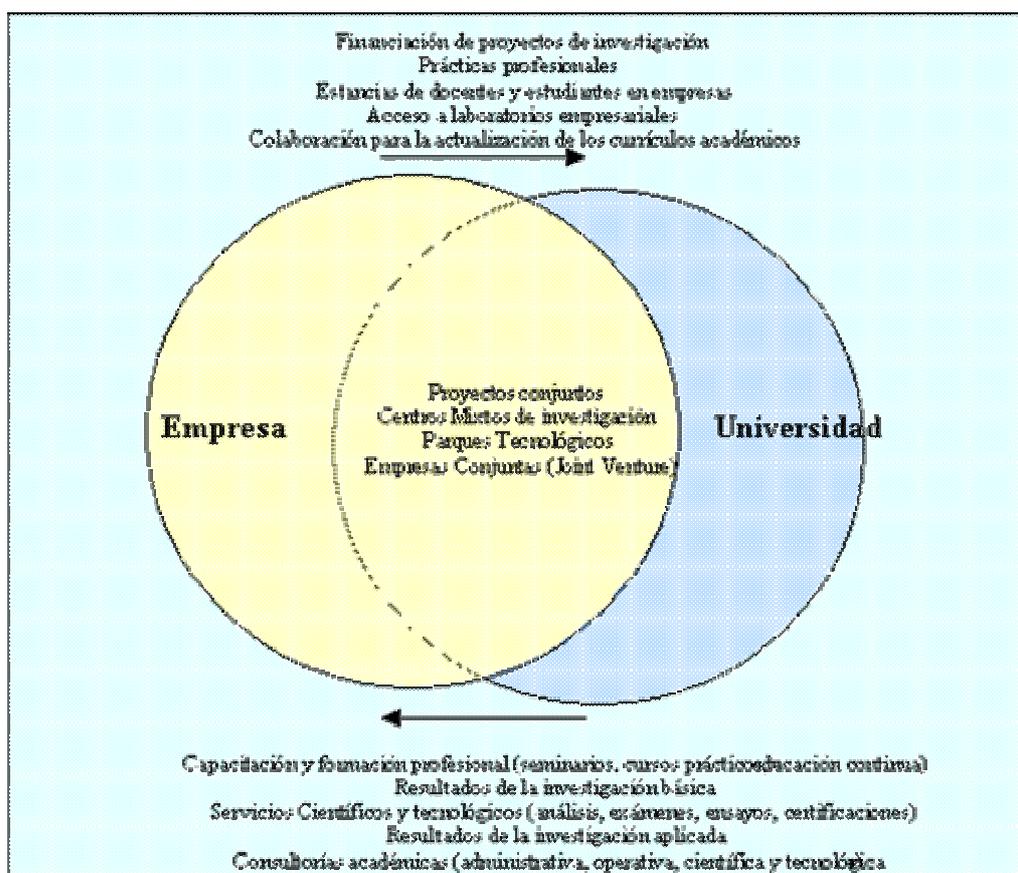
Fuente: Elaboración propia

Los mecanismos mencionados hasta el momento pueden denominarse tradicionales y como se manifestó anteriormente continúan siendo operativos, incluso en muchos contextos son los únicos aplicables dadas las características de las universidades y la estructura del sistema productivo.

Con el desarrollo de los modelos interactivos y el reconocimiento explícito de la importancia de las relaciones dentro del proceso de innovación, aparecieron nuevos esquemas de vinculación que acercaron mucho más a los actores y acortaron las fronteras entre unos y otros. Los mecanismos recientes ya no se basan en relaciones de oferta y demanda, sino en acciones de cooperación mutua que de manera sinérgica dan respuestas a problemas concretos y dan valor comercial a los resultados científicos y tecnológicos. Es así como las universidades incursionan en el campo empresarial gestionando las ideas comerciales producto de sus investigaciones, al tiempo en que las empresas se acercan cada vez más al ámbito de la investigación y a la generación de conocimientos propios. Las incubadoras de empresas, los proyectos conjuntos de innovación, los centros mixtos de investigación, los parques tecnológicos, las empresas conjuntas *joint venture*, representan los nuevos esquemas de cooperación.

Como se observa en la figura 1.7, la aparición de nuevos mecanismos en ningún momento ha desvirtuado la utilización de los anteriores, simplemente ha incrementado las opciones de vinculación definiendo nuevos roles para los agentes participantes. Es necesario aclarar que las figuras anteriores son extremadamente simplificadoras, ya que en la realidad la relación entre universidad empresa involucra generalmente a otros actores sociales. De esta forma, el gobierno siempre ha estado presente en este proceso ya sea de manera indirecta proveyendo financiación pública a las universidades derivada de la recaudación de impuestos empresariales, o de forma directa financiando proyectos de investigación conjuntos, así como la creación de empresas de base tecnológica y parques tecnológicos, sin mencionar su papel de regulador a través de la definición de un marco legal favorable.

Figura 1.7. Cooperación universidad empresa



Fuente: Elaboración propia

Fernández de Lucio *et al.* (1997) presentan otra agrupación de los mecanismos de cooperación³⁵, atendiendo fundamentalmente a la actividad que éstos promueven.

Desde esta perspectiva, los autores citados distinguen cuatro grupos generales:

1. Instrumentos para fomentar las actividades de I+D conjuntas entre los diversos elementos del sistema y la utilización de los conocimientos científicos y técnicos por parte de los agentes sociales.
2. Instrumentos para incrementar la capacitación tecnológica de los recursos humanos de las empresas.
3. Instrumentos para desarrollar las interfaces entre los diferentes entornos.
4. Instrumentos para fomentar la difusión de tecnologías y otras actividades de colaboración y relación.

³⁵ Estos autores utilizan el término Instrumentos para el Fomento de la Interacción (IFI) y lo definen como el conjunto de actividades diversas que tienen como característica común la promoción de las relaciones entre los diferentes elementos que participan en el proceso de innovación.

Dentro del primer grupo se contemplan mecanismos tradicionales como la realización de proyectos de I+D ejecutados por la universidad y la empresa (ya sea liderado por la universidad con la colaboración de la empresa o viceversa, así como proyectos precompetitivos abordados de forma conjunta), y la prestación de servicios tecnológicos. Igualmente, se incluyen dentro de esta clasificación mecanismos más recientes como la creación de empresas de base tecnológica o la creación de centros mixtos empresas universidad.

En el segundo grupo, se contemplan todos aquellos mecanismos orientados a mejorar la cualificación de los recursos humanos e incluyen tanto las actividades de formación como el intercambio de personal. Cabe resaltar que en la formación no solo se consideran los seminarios, cursos y demás esquemas tradicionales utilizados para transmitir conocimientos a las empresas o capacitar a su personal, sino que también se incluyen los trabajos temporales realizados por personal universitario en las organizaciones productivas (prácticas estudiantiles, realización de proyectos de fin de carrera, realización de tesis doctorales, etc.) orientados a proporcionar formación y experiencia práctica complementaria a los alumnos universitarios. Así mismo, dentro del intercambio de personal se contemplan mecanismos de doble vía, es decir, estancias de investigadores universitarios en centros de I+D empresariales y estancias de investigadores empresariales en los grupos de investigación universitarios.

En el tercer grupo, se contemplan todas aquellas acciones implementadas en el marco de las políticas de innovación y que tienen como objetivo la creación y fortalecimiento de las estructuras de interfaz³⁶. Los mecanismos empleados en este sentido, adquieren la modalidad de subvenciones de carácter financiero y apoyan desde el funcionamiento básico de las estructuras hasta el desarrollo de iniciativas concretas a propuesta de las mismas.

Por último, en el cuarto grupo se incluyen todas aquellas actividades orientadas a facilitar el contacto entre los diferentes agentes y la puesta en común de sus necesidades e inquietudes. Entre estos mecanismos se encuentran las reuniones y jornadas de transferencia, difusión de conocimientos y tecnologías, los foros y clubes

³⁶ La Estructura de Interfaz (EDI) es una unidad que dinamiza en materia de innovación tecnológica la acción de los diferentes agentes, fomenta y cataliza las relaciones entre ellos.

y, la creación de redes largas³⁷. A diferencia de los mecanismos anteriores en este grupo lo más importante no es la financiación, aunque obviamente se requieren recursos para poner en marcha la acción, sino la capacidad de convocatoria que tenga la institución ejecutora del mismo.

Adicional a la división funcional expuesta anteriormente, Fernández de Lucio *et al.* (1997), desarrollan una clasificación de los instrumentos de fomento a la interacción atendiendo a dos criterios clave: el carácter y la intensidad. Los autores utilizan el concepto de carácter para hacer referencia a la forma en que se va a implementar el instrumento en cuestión, distinguiendo dos tipos: facilitadores y motivadores. En el primer grupo se incluyen todos aquellos instrumentos que adoptan la forma de ayuda económica directa, mientras que en el segundo, se agrupa aquellos mecanismos que si bien presentan un componente económico, éste no constituye su rasgo fundamental.

El segundo criterio de clasificación hace referencia a la intensidad, entendiéndose por este concepto el grado, poder o potencial movilizado que posee un instrumento en cuestión. Según éste criterio se distinguen tres niveles: instrumentos de alta, media y baja intensidad. Los de alta intensidad son aquellos que posibilitan una relación más estable y duradera entre los agentes de diferentes sectores y proporcionan un efecto multiplicador con la relación establecida. Los instrumentos de intensidad media son aquellos que fomentan el establecimiento de relaciones de carácter puntual y, en principio no tienen por qué tener continuidad en el tiempo. Por último, los instrumentos de intensidad baja, incluyen todas aquellas acciones que se espera generen resultados a largo plazo. También se incluyen en este grupo aquellos instrumentos que, aún pudiendo dar frutos en el largo plazo, la articulación que proporcionan se restringe a un número reducido de agentes (cuadro 1.5).

³⁷ El concepto de redes largas empleado por Fernández de Lucio *et al.* (1997) hace referencia a las estructuras organizativas creadas a partir de la participación de agentes de distintos subsistemas. Dentro de este tipo de instrumentos no se incluyen las asociaciones empresariales, ni las de carácter sectorial.

Cuadro 1.5. Clasificación de los instrumentos de fomento de la interacción

		Carácter del Instrumento	
		Motivador	Facilitador
Intensidad del Instrumento	Alta	<ul style="list-style-type: none"> - Creación y apoyo a estructuras de interfaz - Creación de foros y clubes - Creación de redes largas - Apoyo a centros mixtos - Seminarios para transmitir los resultados de la investigación 	<ul style="list-style-type: none"> - Proyectos integrados
	Media	<ul style="list-style-type: none"> - Realización de reuniones, jornadas, seminarios. - Intercambios de personal 	<ul style="list-style-type: none"> - Proyectos de I+D - Transferencia de resultados de la investigación y licencia de patentes
	Baja	<ul style="list-style-type: none"> - Formación de personal bajo demanda de empresas 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajos temporales en empresas - Creación de empresas - Servicios tecnológicos

Fuente: Fernández de Lucio *et al.* (1997)

Como lo reconocen los mismos autores, esta clasificación no pretende ser exhaustiva, solamente quiere otorgar criterios generales que permitan en un momento dado identificar las acciones de intervención, según los objetivos perseguidos y los recursos existentes. De esta forma, algunos instrumentos motivadores podrían clasificarse como facilitadores si el resultado del mismo no proporciona a largo plazo una estabilización de la relación fomentada y viceversa, un instrumento facilitador (proyectos de I+D, por ejemplo) pueden llegar a ser facilitadores si genera con el tiempo el desarrollo de relaciones futuras (Fernández de Lucio *et al.*, 1997).

1.2.3.2. Los antecedentes de la relación universidad empresa: Estados Unidos y algunos países de Europa

Las relaciones universidad empresa constituyen un elemento relativamente nuevo en el desarrollo de la institución universitaria. En sus comienzos, la universidad no contemplaba la vinculación como una actividad importante, es más en ciertos casos se consideraba incluso desfavorable ya que podría afectar su autonomía y alejarla de sus funciones principales: la enseñanza y la investigación. Las universidades clásicas se resistieron durante algún tiempo al establecimiento de vínculos con el sector productivo, hasta que poco a poco, especialmente en los países desarrollados, empezaron a integrar dentro de sus estrategias, mecanismos de cooperación orientados a enlazar sus actividades académicas e investigadoras con las necesidades socioeconómicas de su entorno. Este cambio, no fue homogéneo y presentó diferencias importantes dependiendo del ámbito espacial, tanto desde el

punto de vista temporal como desde la naturaleza misma de los esquemas adoptados. Es así como en los Estados Unidos y en algunos países de Europa se dio con mayor rapidez la orientación práctica de las actividades universitarias hacia las empresas, mientras que en otras naciones, aún hoy, la universidad y la empresa funcionan como dos entidades separadas sin ningún tipo de relación.

Una característica importante dentro de este proceso ha sido su impulso desde las esferas políticas y administrativas. Si bien es posible encontrar algunos casos de cooperación espontánea, la vinculación en términos generales ha sido una actividad promovida y facilitada por la acción de diversos agentes, siendo el gobierno quizás el más importante. La aprobación del Acta Morrill por el congreso de los Estados Unidos en el año de 1862 constituye un claro ejemplo de lo dicho anteriormente. A través, de esta acción se concedieron terrenos y subvenciones financieras para la instalación de universidades (Land Grant Universities) que además de sus funciones tradicionales apoyaran el desarrollo agrícola e industrial de la región en la cual estaban insertas. Este referente representa el primer antecedente de las relaciones universidad empresa, por lo menos en la forma tal como éstas son entendidas en la actualidad.

Por otra parte, Europa, a pesar de ser la cuna de la universidad moderna, vivió este proceso de una forma más lenta. Las universidades europeas modeladas bajo el esquema clásico se mostraron más renuentes al logro de objetivos prácticos y a preocuparse por las necesidades del sector productivo. Solo hasta después de terminada la Segunda Guerra Mundial, comienzan a crearse nuevas instituciones, como las fachhochschulen en Alemania y los polytechnics en el Reino Unido, que introducen innovaciones importantes en los procesos de vinculación y que alcanzan una amplia difusión en la mayor parte de los países industrializados (Gould, 1997).

Algunas de las experiencias más destacadas son descritas a continuación, con el objetivo de identificar aquellos elementos que facilitan el proceso de vinculación. Es importante aclarar que no se pretende identificar un modelo general que sea transferible de un contexto nacional a otro, lo cual sería por demás una tarea imposible si se tiene en cuenta que cada entorno presenta características culturales y socioeconómicas diferentes, que constituyen factores determinantes al momento de entablar relaciones.

1.2.3.2.1. Las relaciones universidad empresa en Estados Unidos

Como se mencionó anteriormente, lo que se ha convertido en la vinculación actual tuvo su primera manifestación en los Estados Unidos a mediados del siglo XIX, período en el cual empezó a reconocerse la importancia de la universidad en el desarrollo regional. A partir de dicho momento se evidenciaron una serie de transformaciones, que dieron origen a instituciones universitarias con características específicas que, sin abandonar las funciones tradicionales reconocidas hasta ese momento por la universidad, abordaron temas más prácticos, relacionados inicialmente con el desarrollo agrícola y posteriormente con el desarrollo industrial en general.

Desde el punto de vista histórico es posible identificar tres etapas en la evolución de las relaciones universidad empresa en los Estados Unidos, cada una de las cuales se caracteriza además por la adopción de mecanismos específicos y por la participación activa del gobierno, ya sea a través de instrumentos de intervención directos o por medio de acciones indirectas de carácter regulatorio.

La primera etapa se inicia con la creación de las "*land grant universities*", promovidas a través de los mecanismos legislativos como el Acta Morrill (1862) y el Acta Hatch (1887), los cuales proveyeron recursos importantes para la realización de proyectos de investigación aplicada y la creación de departamentos académicos, que además de impulsar los estudios sobre la ciencia, artes y humanidades, abordaran campos del conocimiento más prácticos como la mecánica, la agricultura y el diseño industrial (Etzkowitz, 2000). En este primer estadio, las relaciones se enmarcaron en tres áreas fundamentales: la formación de profesionales con los conocimientos y las habilidades prácticas requeridas por su entorno socioeconómico, el desarrollo de investigaciones aplicadas orientadas a solucionar problemas específicos del sector productivo (agrícola e industrial) y la prestación de asesorías técnicas. Todos los mecanismos adoptados en esta etapa fueron de carácter unidireccional, orientados especialmente a articular la oferta de servicios universitarios con la demanda existente en su entorno. Esta tendencia se fortaleció durante los años siguientes, apoyada con la promulgación de otros mecanismos legales³⁸, que fomentaron la relación, especialmente en materia docente e investigación.

³⁸ Un ejemplo de este mecanismo fue el Acta Smith-Lever (1914), que estableció un sistema de servicios de extensión para la agricultura y la economía doméstica (Gould, 1997).

No obstante, cabe resaltar, lo que se evidenció durante esta etapa no fue un cambio general del concepto de universidad, sino el surgimiento de nuevas instituciones de carácter técnico que coexistieron con las ya consolidadas universidades clásicas, las cuales siguieron funcionando bajo la directriz del desarrollo de la ciencia básica.

La Segunda Guerra Mundial marcó el inicio de una nueva etapa en el proceso de vinculación, caracterizada por un incremento significativo de los programas de cooperación y el fortalecimiento de las relaciones entre los tres agentes fundamentales: universidad, empresa y gobierno. Aunque se mantienen los mecanismos adoptados en la etapa anterior, se implementan otros instrumentos de vinculación que persiguen como objetivo fundamental el desarrollo militar. Así mismo, el gobierno asume un papel mucho más directo en el establecimiento de las relaciones, ya no solo como promotor a través de mecanismos legales, sino también como cliente, utilizando la investigación universitaria para el fortalecimiento de su industria militar. Esta disposición se mantuvo durante las décadas siguientes, sumada al interés general de transferir los avances tecnológicos desarrollados durante la guerra a la industria civil. Los beneficios arrojados por el proceso de vinculación hacen que éste sea reconocido y aceptado como una actividad universitaria permanente, incluso dentro de las instituciones más tradicionales. Al mismo tiempo, el sector productivo reconoce su obligación social para apoyar la universidad, financiando el desarrollo de proyectos y participando en el mejoramiento de los programas académicos. Se establecen de esta forma relaciones biunívocas que no solo fomentan el desarrollo competitivo del tejido industrial, sino que también promueven el mejoramiento de las actividades universitarias de docencia e investigación.

Durante esta etapa algunos de los instrumentos más importantes utilizados para fomentar la relación son la investigación contratada y la licencia de patentes. La investigación por contrato representó el instrumento por excelencia durante los años de la guerra. Durante este período gran parte de la investigación universitaria fue financiada por agencias gubernamentales, como los Departamentos de Defensa, Energía y Agricultura, los Institutos Nacionales de la Salud y la NASA (Martin y Etzkowitz, 2000).

Por otra parte, la concesión de patentes se convirtió en una fuente importante de recursos para las universidades y facilitó que éstas pudieran competir con la industria en términos de infraestructura y salarios. Al mismo tiempo, este mecanismo promovió transformaciones estructurales relevantes para la institución, representadas por la

creación de oficinas especializadas en la gestión de los trámites de patentes y el establecimiento de una serie de procedimientos internos para la realización del mismo³⁹. No obstante, hoy día se mantiene un intenso debate sobre la viabilidad de este mecanismo como instrumento de interacción, ya que dependiendo de cómo sea implementado, puede penalizar la cooperación en lugar de fomentarla (Pavitt, 1988; Henderson *et al.*, 1998). Los detractores dicen que una licencia inadecuada de patentes, puede inhibir la explotación comercial de los resultados, especialmente cuando se le otorgan los derechos a una sola firma. Un énfasis excesivo en patentar y licenciar puede restringir la difusión de la tecnología e interferir algunos canales a través de los cuales la investigación universitaria alcanza una aplicación comercial (Mowery *et al.*, 2001). Así mismo, la patente en una etapa muy temprana puede conducir a un incremento en los costos de hacer ciencia básica, al obligar a los investigadores a sacar licencia o pedir permiso a sus colegas para usar los resultados obtenidos por ellos (Nelson, 1997).

Además de los mecanismos anteriores, se implementaron una serie de instrumentos de transferencia tecnológica, que fueron desde cursos especializados de capacitación profesional, hasta proyectos específicos de transferencia de resultados de investigación. Igualmente, se produjeron innovaciones organizacionales al interior de la universidad, creándose estructuras especiales encargadas de diseñar e implementar los programas de vinculación con el sector externo.

La tercera y más reciente etapa en el proceso de relación universidad empresa, en los Estados Unidos comienza a gestarse en la década de 1980, aunque en realidad es posible encontrar las primeras manifestaciones de este cambio un poco antes⁴⁰. Esta nueva etapa se caracteriza porque los mecanismos de cooperación que se definen tienen como objetivo fundamental el cumplimiento de la tercera función universitaria: la contribución directa al crecimiento económico. De esta forma se consolidan algunas estructuras de vinculación ya existentes como los parques científicos y tecnológicos, y se definen otros como las incubadoras de empresas de base tecnológica o las

³⁹ El Acta Bayh-Dole (1980), constituye el acto legislativo a través del cual se autoriza a las universidades a patentar en su nombre los resultados de sus investigaciones. Después de 15 de años de aprobada la mencionada Ley, las patentes universitarias aumentaron de 250 por año a 1500, las oficinas universitarias de patentes pasaron de 25 a más de 200 y el número de centros de investigación universidad empresa se duplicó (Gelins, A., Nelson, R. y Sampat, B., 1997).

⁴⁰ Se escoge este espacio temporal para coincidir con lo propuesto por Etzkowitz (1990) sobre la segunda revolución académica, hecho que explica en gran parte la naturaleza de los nuevos vínculos establecidos.

empresas mixtas “*joint venture*” derivadas de investigaciones universitarias y apoyadas con capital del sector privado⁴¹.

El papel del gobierno en esta etapa sigue siendo decisivo, aunque ya no sea tan visible como en el estadio anterior. A través de políticas industriales indirectas, más no inocuas, el gobierno canalizó una cantidad sustantiva de recursos para apoyar al sector industrial utilizando a la universidad como vehículo (Etzkowitz, 1990). El desarrollo de investigaciones contratadas, la creación de fondos de capital de riesgo y el apoyo financiero para la creación de parques tecnológicos, representan los mecanismos de intervención gubernamental más utilizados. Así mismo, el gobierno mantiene y afianza su papel como regulador, proveyendo un marco adecuado para el desarrollo de programas de cooperación, especialmente en materia financiera⁴².

1.2.3.2.2. Las relaciones en Alemania

En Alemania, al igual que en el resto de Europa, la vinculación de la universidad con el sector productivo fue un proceso más tardío en comparación con la experiencia estadounidense. Las primeras referencias de vinculación en este país datan de finales del siglo XIX cuando se empiezan a ofrecer cursos especializados en las áreas de ingeniería, matemáticas y ciencias que abordaron temas relacionados con las necesidades del emergente desarrollo industrial. Pero es solo hasta la década de 1970, con la creación de las Fachhochschulen, cuando se observa una clara orientación práctica de las actividades académicas. Este modelo de institución, que en principio se creó con el fin de articular eficientemente la educación superior con la práctica profesional, ha arrojado resultados importantes en materia de vinculación destacándose el reconocimiento de la transferencia tecnológica como una preocupación más dentro de la misión académica (Gould, 1997).

Las Fachhochschulen, han desarrollado modelos y procedimientos de cooperación importantes. Por una parte han acercado las actividades de enseñanza y aprendizaje al campo práctico (estancias estudiantiles, prácticas profesionales, proyectos de

⁴¹ El concepto de parque científico y tecnológico nació en el ámbito universitario poco después de la Segunda Guerra Mundial y fue el producto de la visión de profesores como Frederick Terman de la Universidad de Stanford, que apreciaron la posibilidad que tenían los académicos para comercializar el resultado de sus investigaciones (Martínez, 1994). A comienzos de la década de 1980 solo 19 universidades estadounidenses participaban en estos parques y en 1989 el número había crecido a 76 con 1700 empresas instaladas en dichos ámbitos (Etzkowitz, 1990).

⁴² Un ejemplo de estas reformas lo constituyó los cambios en el acta de seguridad de los fondos de jubilación (ERISA) que permitieron la participación de los fondos de pensión en el mercado de capital de riesgo, liberándose así una nueva y fuerte fuente de financiación orientada específicamente a la creación de las empresas de base tecnológica, bien sea de origen universitario o privado.

carrera, tutorías empresariales, etc.) y por otra han estructurado al interior de las instituciones unidades de transferencia tecnológica que desarrollan actividades de información, asesorías y proyectos conjuntos, constituyéndose en verdaderas unidades de interfaz entre la industria y el sector académico (Bock, 1994).

Cabe aclarar que en la actualidad las Fachhochschulen, no son las únicas instituciones que promueven las relaciones en Alemania. Existen más de 125 centros e institutos científicos y tecnológicos, y una variedad de organizaciones públicas y privadas especializadas en la transferencia de tecnología, entre las cuales se destacan el Max-Planck-Gesellschaft, el Fraunhofer Gesellschaft y la Fundación Steinbeiss, ésta última opera en el estado de Baden-Württemberg y cuenta con más de ochenta centros de asesoría y transferencia de tecnología que proporcionan apoyo especializado a las pequeñas y medianas empresas (Gould, 1997).

1.2.3.2.3. Las relaciones en el Reino Unido

Las universidades británicas mantuvieron, por lo menos hasta comienzos de la década de 1970, un perfil eminentemente clásico que restringió en gran medida su posibilidad para relacionarse con el sector productivo. Desde finales del siglo XIX y hasta el período citado, los escasos vínculos establecidos se centraban en el campo de la enseñanza y del aprendizaje y estaban orientados fundamentalmente a la validación de los programas académicos y a la transferencia de conocimientos a través de los procesos de formación y capacitación profesional. Dos factores fueron los que determinaron el cambio de percepción sobre el papel que debía jugar la universidad en el desarrollo económico y fomentaron la consolidación de las relaciones, las cuales fueron: 1) las políticas gubernamentales en materia de investigación y educación superior y, 2) las fuentes de financiación para la investigación, así como las condiciones asociadas a ellas (Clark, 1997).

Con relación al primer factor, en el Reino Unido, al igual que en los Estados Unidos y en Alemania, el papel del gobierno fue determinante. A partir de 1970 comenzaron a implementar una serie de reformas al sistema de educación superior, que promovieron transformaciones radicales en la naturaleza misma de la institución universitaria. El Acta de Educación Superior de 1970, constituye la acción inicial que propicio un contexto favorable para la vinculación. Este mecanismo legal dio origen a un sistema de politécnicos, que posteriormente adquirieron el estatus de universidad, diseñados para lograr una articulación eficiente entre las actividades de formación e investigación

y las necesidades del sector productivo. Entre las contribuciones más importantes de estos institutos a la teoría y práctica de las relaciones se encuentran⁴³:

1. El énfasis en lograr beneficios mutuos en la vinculación con respecto al sector productivo regional, especialmente en el desarrollo económico y tecnológico.
2. La integración de profesionales del sistema productivo dentro de las actividades académicas, tales como la planeación curricular, desarrollo de cursos, enseñanza e investigación.
3. El establecimiento de oficinas para el desarrollo de programas de vinculación y transferencia de tecnología.
4. El desarrollo de políticas y procedimientos para identificar, evaluar y acreditar, en términos académicos, los conocimientos y habilidades que se adquieren en el trabajo profesional, conocido como Work-based Learning, es decir, aprendizaje por medio del trabajo. Este instrumento representa una verdadera vinculación en ambas direcciones y facilita la superación profesional de adultos que no tuvieron la oportunidad de estudiar una carrera de nivel superior.

Después de la creación de estos institutos, la dinámica del proceso de vinculación fue similar a la de los Estados Unidos, estableciéndose centros de innovación al interior de las universidades y parques científicos y tecnológicos que contaron con la participación activa de los sectores productivo, educativo y gubernamental. Durante las décadas siguientes a la creación de los politécnicos se implementaron otros mecanismos legales que supusieron cambios tanto en estos institutos como en las universidades tradicionales. Dichas acciones estaban orientadas, por una parte a estimular los procesos de financiación y por otra a proveer incentivos, también de carácter financiero, a través de mecanismos como la evaluación de la investigación o la previsión tecnológica⁴⁴ (Geuna, 1999). La reforma al Acta de Educación en 1988, significó un cambio sustancial en el rol de las universidades al pasar de ser instituciones subsidiadas y dependientes de fondos públicos, a ser instituciones más autónomas y proveedor privado de servicios específicos.

⁴³ Gould, G., (1997). Vinculación Universidad Sector Productivo: Una reflexión sobre la planeación y operación de los programas de vinculación. ANUIES-Universidad Autónoma de Baja California.

⁴⁴ Los ejercicios de evaluación de la investigación son realizados por el consejo de financiación y tienen como objetivo realizar una mejor distribución de los fondos para investigación a las universidades, en función de la calidad de su trabajo. Por otra parte la previsión tecnológica, es ejecutada por la Oficina de Ciencia y Tecnología y tiene como objetivo orientar la investigación científica hacia las necesidades de la nación.

Las transformaciones anteriores hicieron más relevante la necesidad de cooperar con el sector productivo, no solo para mejorar las actividades académicas sino también para acceder a una mayor fuente de recursos para el desarrollo de investigaciones. La relación con las empresas se integró tanto a la actividad universitaria hasta el punto que en la década de 1990 las diferencias existentes inicialmente entre las universidades tradicionales y los politécnicos se hicieron difusas, y ambas instituciones desarrollaron una identidad común: competían por los mismos fondos de investigación y estaban expuestas a los mismos procesos de selección (David, Geuna y Steinmueller, 1945).

Así mismo, se crearon asociaciones profesionales, como la Association of University Research and Industry Links (AURIL), orientadas al intercambio de experiencias sobre prácticas de vinculación exitosas y a la definición de programas de gestión para la transferencia y administración de la tecnología (Gould, 1997).

1.2.3.2.4. Las relaciones en Francia

Las universidades francesas mantuvieron durante gran parte de su historia los principios y objetivos con los cuales nacieron a finales del siglo XII. Durante la edad media, el renacimiento e incluso antes de la revolución, las universidades jugaron un papel poco significativo en el proceso de creación de conocimiento y se mostraron además muy conservadoras en sus principios de enseñanza. En este contexto, la relación de la institución con su entorno era prácticamente nulo, exhibiendo una completa independencia entre su actividades y las necesidades sociales. Es solo hasta después de la revolución cuando se evidencia una primera aproximación al tema de la relación, a través de la creación de un nuevo tipo de institución de carácter utilitario⁴⁵, que contemplaba dentro de sus funciones la producción de conocimientos científicos y tecnológicos, y la formación de estudiantes en áreas que le ofrecieran algún servicio al estado, ya sea militar o burocrático (Rudy, 1984; Martin y Etzkowitz, 2001). No obstante, la vinculación con el sector productivo seguía siendo débil y se circunscribía únicamente a la realización de investigaciones con alguna orientación práctica.

Después de la Segunda Guerra Mundial comienzan a desarrollarse nuevos mecanismos de vinculación, agrupados en dos grandes modos de colaboración: la valoración de los conocimientos y la valoración de los resultados de investigación

⁴⁵ Este tipo de instituciones fueron conocidas como: *grandes écoles* y algunos ejemplos son: la École Polytechnique, fundada en 1794 y la École Normale Supérieure, fundada en 1795.

(Chastenet *et al.*, 1990). El primer tipo constituye fundamentalmente una relación de carácter unidireccional, establecida en función de la oferta universitaria de conocimientos y servicios tecnológicos y su correspondiente demanda en el sector empresarial. Estas relaciones se desarrollan a través de mecanismos como la investigación por contrato o la realización de asesorías técnicas. La segunda forma de colaboración se relaciona con la tercera función de la universidad y en ella se contemplan todos aquellos mecanismos a través de los cuales las universidades dan valor comercial a los resultados de sus investigaciones.

Al igual que en los casos anteriores, el proceso de vinculación en Francia ha estado condicionado por el establecimiento de acciones legales que han posibilitado la creación de estructuras de fomento a la interrelación o la adopción de nuevas funciones por parte de la universidad. La Ley 1901 de Asociaciones constituye uno de las principales acciones establecidas en este sentido. A través de esta Ley se crearon las Associations pour le Développement de L'Enseignement et de la Recherche, conocidas como ADER, las cuales han desempeñado un papel importante en la administración de las capacidades y conocimientos universitarios. Asimismo, durante los años '80, se establecieron al interior de las universidades células de valorización orientadas al desarrollo de las relaciones con las empresas, enmarcadas bajo la directriz de la transferencia tecnológica (Conesa, 1997).

La adopción del segundo modo de vinculación es mucho más reciente, y comienza a partir de la segunda mitad de la década de 1980 cuando se autoriza a las universidades francesas a crear empresas o participar en las ya existentes, a través de la comercialización de sus servicios. De esta forma comienzan a desarrollarse nuevas estructuras especializadas en ofrecer servicios específicos a la industria o a financiar a través de capital de riesgo, la creación de empresas de base tecnológica derivadas de las investigaciones universitarias.

1.2.3.2.5. Las relaciones en Holanda

Otro caso de vinculación desarrollado recientemente en Europa y que merece mención es la de Holanda. En este país se han desarrollado programas universitarios exitosos orientados a promover el desarrollo regional, con una clara tendencia hacia la creación de empresas intensivas en conocimientos y tecnología. La universidad de Twente, por ejemplo, ha desarrollado dos programas innovadores: el TOP y el TOS en los cuales la institución se involucra directamente con el desarrollo empresarial. El Programa TOP, se creó en 1984, como un instrumento de asistencia técnica y financiera a aquellos

egresados que tuvieran ideas innovadoras con un amplio potencial de desarrollo comercial. Este programa no solo apoya el desarrollo del producto desde el punto de vista técnico, sino que además asesora al joven empresario en la definición de estrategias de mercadeo, le ofrece formación en las áreas de administración y gestión, además le otorga los recursos requeridos (instalaciones, apoyo económico, etc.) para adelantar su idea de negocio. El titulado por su parte, participa en un centro de investigación universitario donde aporta sus conocimientos y contribuye al trabajo ejecutado por el mismo (Kobus, 1996).

El segundo programa (TOS), persigue objetivos similares al primero pero presenta una dinámica diferente. Este programa se basa en la identificación de ideas sobre nuevos productos y servicios que puedan ser explotados comercialmente y en el posterior establecimiento de vínculos con empresas que puedan llevarlas a cabo. A las empresas seleccionadas se les otorga el apoyo financiero y gerencial necesario para que desarrollen la idea y luego el joven empresario se encarga de su comercialización y venta (Gould, 1997).

Los programas anteriores ilustran un modelo de vinculación en el que la universidad participa activamente en la creación de empresas basadas en avances científicos y tecnológicos. A través de estas iniciativas se han establecido un número importante de compañías en los sectores de la electrónica, tecnología de la información y la comunicación, biomedicina y en la protección del medio ambiente, las cuales significan de por sí contribuciones relevantes para el desarrollo regional⁴⁶. Adicionalmente, se han establecido centros de innovación de carácter regional, a través de los cuales se coordinan las actividades de los sectores académicos y gubernamentales, para apoyar pequeñas y medianas empresas mediante proyectos de cooperación.

1.2.3.2.6. Las relaciones en España

La experiencia española en materia de relación universidad empresa es relativamente nueva y en muchos casos menos dinámica que la exhibida por los países anteriormente mencionados. No obstante, su análisis arroja elementos significativos, especialmente en lo referente a la creación de instrumentos y estructuras orientadas al fomento de la cooperación.

⁴⁶ Desde su creación y hasta finales del siglo pasado, el Programa TOP había apoyado la creación de más de 132 empresas, de las cuales solo alrededor del 17% fracasaron (Kobus, 1997).

Según Fernández de Lucio *et al.* (1994), la evolución histórica reciente de este fenómeno en España ha pasado por dos etapas fundamentales: la primera, iniciada en la década de 1960 y extendida hasta el año de 1983; y la segunda, desde 1984 hasta la actualidad.

Según los autores, la primera etapa se caracterizó por el carácter esporádico e informal de las relaciones y por el poco reconocimiento de la I+D como estrategia básica de desarrollo empresarial. Las relaciones, cuando se manifestaban, constituían acciones aisladas y poco estructuradas, que no se correspondían con objetivos explícitos ni dentro de la política universitaria, ni dentro de la empresa. Las universidades mantenían fundamentalmente un perfil clásico dedicado a las actividades de formación y en menor medida a la creación de conocimientos a través de la investigación básica. Las empresas, por su parte, operaban en un ambiente protegido en el cual la variable tecnológica no constituía un elemento esencial. Bajo este contexto era de esperar que la cooperación entre estos dos agentes no fuera contemplada como un aspecto relevante.

A comienzos de la década de 1970 comienzan a crearse ciertas instituciones que se constituyen en hitos importantes para la configuración del Sistema de Ciencia, Tecnología e Industria (SCTI), destacándose la creación de la Fundación Universidad Empresa de Madrid en el año de 1973⁴⁷. Esta fundación nace como una iniciativa conjunta entre el sector privado y el académico, con el objetivo de eliminar las barreras que separaban a los profesores y empresarios (Fernández de Lucio *et al.*, 1997).

Durante esta década se creó también el Registro de Propiedad Intelectual, el Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial y la Dirección General de Innovación. Pero quizás lo más destacado fue la promulgación de la Ley de Reforma Universitaria (LRU) en el año de 1983, a través de la cual se estableció un marco apropiado para fomentar las relaciones universidad empresa. La LRU acabó con las trabas legales que inhabilitaban a las empresas para contratar investigaciones con las universidades e incentivó la prestación de servicios profesionales y técnicos, la investigación contratada y la educación continua⁴⁸.

⁴⁷ Esta fundación fue creada por la Cámara de Comercio e Industria de Madrid y las cuatro universidades madrileñas existentes en esa época: La Complutense, Autónoma, Politécnica y Nacional de Educación a Distancia, a las cuales se unieron posteriormente las de Alcalá de Henares y Carlos III.

⁴⁸ El artículo 11 de dicha Ley estipula que: “Los departamentos y los institutos universitarios, y su profesorado a través de los mismos, podrán contratar con entidades públicas o privadas, o con personas

La promulgación de esta Ley y su regulación posterior a través de decretos como el R.D. 1930/1984 y el R.D. 1450/1989 representan el antecedente histórico que marca el inicio de la segunda etapa en el proceso de vinculación en España. Esta nueva etapa se caracteriza por un mayor dinamismo en las relaciones, tanto en lo concerniente al número de contactos establecidos como en la estabilidad de los mismos. Cabe aclarar, que esta evolución no fue solamente el resultado directo de la mencionada Ley, la cual sin lugar a dudas constituye un instrumento de fomento importante, sino también fue el producto de un cambio de perspectiva tanto en el ambiente universitario como en el sector productivo. Las nuevas condiciones económicas en las cuales se desenvolvía España, marcada por su integración a la Comunidad Europea, obligaban a las empresas a emprender proyectos de modernización tecnológica y a diseñar estrategias organizacionales basadas en la innovación. Así mismo, las universidades comenzaron a asumir un nuevo rol con una mayor proyección social y mucho más activo desde el punto de vista económico.

Los elementos destacados durante esta etapa fueron la creación de la Oficina de Valoración y Transferencia de Tecnología (OVTT) al interior del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), y la promulgación del Plan Nacional de Investigación y Desarrollo (PNID). La importancia del primer elemento radica en que se convirtió en referente para el desarrollo de otras oficinas de interrelación de la universidad con las empresas y su filosofía sirvió de base para conformar la Red OTRI/OTT (Fernández de Lucio *et al.*, 1997).

Por otra parte, a través del PNID se establecieron una serie de estructuras y mecanismos orientados a hacer más fructíferas las relaciones. Dentro de las estructuras creadas sobresalen las Oficinas de Transferencia Tecnológica (OTT) y las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI), establecidas al interior de los diferentes organismos dedicados a la investigación (universidades, centros públicos de investigación y asociaciones de investigación). El conjunto de estas unidades conforman la denominada Red OTRI/OTT cuyo objetivo fundamental es establecer canales de comunicación adecuados entre todos los actores interesados en la vinculación y proveer servicios profesionales y científico técnicos al sector productivo. Así mismo, se definieron una serie de instrumentos para el fomento de la interacción que asumieron formas diversas, desde mecanismos específicos para

físicas, la realización de trabajos de carácter científico, técnico o artístico, así como el desarrollo de cursos de especialización”.

formalizar la oferta universitaria (proyectos de I+D, licencia de patentes, apoyo tecnológico, etc.), hasta aquellos orientados a mejorar la comunicación entre los agentes (programas de investigación cooperativa, foros, redes de cooperación, etc.).

Hay que resaltar que los elementos anteriores formaron parte de una estrategia nacional apoyada además de la LRU de 1983, por tres elementos adicionales: la Ley de Fomento y Coordinación de Investigación Científica y Técnica de 1986, la Ley de Patentes y las deducciones fiscales para actividades de I+D incluidas en las Leyes de Presupuesto desde 1992 (Castro, 1997). Este hecho constituye una manifestación clara de la preocupación por parte de la administración pública en relación con el tema universidad empresa y de su papel en el proceso como agente regulador.

1.2.3.2.7. Los aspectos relevantes en las experiencias históricas

La breve descripción de la evolución de las relaciones universidad empresa en los países antes mencionados arroja ciertos elementos comunes que son importantes considerar para fomentar la vinculación en otros contextos espaciales.

Como punto inicial, hay que resaltar que la relación de la universidad con el sector productivo constituye un proceso complejo, de carácter social en el que intervienen otros agentes diferentes a los directamente implicados, siendo el gobierno uno de los más destacados. Como se ha observado en cada una de las experiencias anteriormente citadas, el papel del gobierno ha sido un elemento fundamental, ya sea cumpliendo su función de agente regulador o participando directamente a través de la contratación de servicios universitarios y el establecimiento de instrumentos de carácter financiero orientados al desarrollo de actividades conjuntas. Un marco legal e institucional favorable constituye el punto de partida para el fomento de las relaciones, si éste no existe difícilmente se alcanzarán logros importantes en esta materia. En términos generales, las reformas legales que se definan deben contemplar fundamentalmente la eliminación de las trabas existentes tanto para la contratación de servicios universitarios como para la valoración comercial de los resultados de las actividades investigadoras.

Otro elemento que se desprende del análisis anterior es el hecho de que la evolución de la relación ha sido un proceso condicionado por la propia concepción que se tenga de la institución universitaria así como la naturaleza de las estrategias de desarrollo productivo. Estos elementos dependen de las características del entorno y específicamente de las exigencias que la propia sociedad les impone. En el contexto

universitario, su transformación desde instituciones cerradas, centradas en las funciones de docencia e investigación hacia instituciones más abiertas, con una orientación práctica en sus actividades y con un rol más dinámico en el desarrollo regional, ha significado un cambio en la visión sobre la vinculación con el sector productivo. Pero dicho cambio no ha sido inicializado en el interior de la universidad ni ha sido el producto de una planificación definida, sino por el contrario parece ser el emergente de un proceso de evolución más general que parte de la misma sociedad y de las relaciones forjadas entre el conocimiento y las necesidades productivas. Este punto reviste especial importancia al momento de implementar estrategias de relación, ya que se puede correr el riesgo de adoptar esquemas, que si bien han mostrado ser eficientes en un determinado contexto, resultan inaplicables en otros, debido a que su respaldo con la realidad es endeble y no se encuentran presentes las características particulares que lo llevaran al éxito. La copia impaciente de modelos organizativos sin ningún tipo de análisis puede conducir a exigir de la universidad el cumplimiento de funciones que socialmente no han sido demandadas o que no se corresponden con las circunstancias existentes.

Desde la perspectiva empresarial, la evolución del proceso de vinculación ha sido similar. La disposición de las empresas a colaborar con las universidades ha ido de la mano con el incremento de sus presiones competitivas. De esta forma, mientras el tejido productivo se desarrollaba en mercados protegidos, la colaboración no era considerada importante ya que su principal resultado, la transferencia de conocimiento y el desarrollo tecnológico, no representaba un elemento clave dentro de la estrategia organizacional. En la medida en que se avanza hacia la globalización económica y surge la llamada sociedad del conocimiento, la innovación se convierte en la fuente de sobrevivencia empresarial y la colaboración con el sector universitario se vuelve un elemento imprescindible. Por esta razón, es común observar cómo a finales del siglo pasado los programas de vinculación se acentúan e incluso se convertían en líneas de acción prioritarias dentro de las políticas públicas.

La vinculación de la universidad con el sector externo se ha ido ampliando progresivamente cubriendo diferentes áreas de actuación. En un primer momento, los contactos establecidos se circunscribían al mejoramiento de las actividades de docencia, luego a la obtención de mayores recursos para la investigación y por último a la valoración comercial de los resultados de las actividades universitarias. En este sentido, hay que resaltar, tal como lo expone, Etzkowitz (1990), que el paso de un estadio a otro no ha significado un desmejoramiento en la función anterior, sino por el

contrario un fortalecimiento de la misma y un afianzamiento general de la institución universitaria⁴⁹. La vinculación ha demostrado ser efectiva no solo como una estrategia para la obtención de recursos adicionales, cada vez más necesarios en un ambiente donde la financiación pública decrece, sino también como un instrumento para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Desde el punto de vista operativo, la experiencia ha demostrado que los programas de vinculación más eficientes han sido aquellos que desde su planeación se han desarrollado conjuntamente por los académicos y por los representantes del sector productivo. Para adelantar estrategias de relación es necesario fomentar una comunicación fluida entre estos agentes, a través de la cual expongan sus necesidades y expectativas. Una relación eficiente demanda un conocimiento adecuado, no solo del agente colaborador sino también de la naturaleza propia de la institución, con el fin de identificar las áreas prioritarias en las cuales los beneficios generados tendrán mayor impacto. En las experiencias comentadas se observa como el fomento de las relaciones ha estado orientado hacia la creación de estructuras encargadas de gestionar la vinculación y el establecimiento de instrumentos, la mayoría de carácter financiero, que promueven la cooperación. La filosofía básica de dichas estructuras e instrumentos puede tener validez general, pero tal como se ha manifestado anteriormente necesitan ser adaptadas operacionalmente a la realidad de cada ámbito geográfico.

Lo importante es, en todo caso, reconocer que al final las relaciones universidad empresa constituyen una manifestación de la dinámica general del Sistema de Innovación, el cual a su vez es un reflejo del sistema social. Por ende, el fomento de dicha relación no se puede llevar a cabo en un contexto donde la sociedad no la reconoce como importante y donde los diferentes agentes no se encuentran sensibilizados ante la misma. Lo anterior implica necesariamente que, hay que trascender de las esferas institucionales y ubicarse en un plano mucho más amplio donde la vinculación sea promovida como una estrategia de desarrollo general tanto

⁴⁹ Aunque sobre este punto no se ha dicho la última palabra, un argumento muy usado por los académicos tradicionales es el hecho de que una mayor orientación práctica de las actividades universitarias pone en riesgo su autonomía investigadora, considerada como la expresión máxima de su institucionalidad. En este sentido, Martín y Etkowitz (2000) exponen que no existe evidencia convincente que un énfasis orientado a la solución de las necesidades sociales y a la economía, traiga consecuencias adversas a largo plazo para la enseñanza y la investigación universitaria, reconociendo al tiempo que es un área donde se requiere un análisis más empírico. Resulta conveniente mirar la combinación de las funciones tradicionales (enseñanza e investigación) con el direccionamiento hacia las necesidades sociales y económicas como una relación que dependiendo de la forma en que se desarrolle puede originar tanto beneficios como costos.

social como económica. Para ello, la universidad y la empresa deben permanecer abiertas a su entorno e identificar constantemente las demandas que éste les impone.

1.2.3.3. Las relaciones universidad empresa en América Latina

Las relaciones universidad empresa constituyen un tema de creciente interés en el ámbito latinoamericano, cuyo análisis, por lo menos de forma pública y explícita, comienza a gestarse a finales de la década de los '70 influenciado por la fuerza que adquiere el mismo en otros contextos nacionales y por las transformaciones socioeconómicas que se hacían cada vez más evidentes. No obstante, mientras en los países desarrollados este tema era abordado con una orientación claramente empírica, en América Latina las discusiones no pasaban, por lo menos durante la etapa inicial, del plano filosófico y solo hasta finales de la década de los ochenta es que se comienzan a evidenciar los primeros avances prácticos en el tema (Lavados, 1994). Lo anterior no quiere decir que se hayan superado las diferencias conceptuales emergentes, éstas aún persisten, aunque parece haber un consenso más general sobre la importancia y la necesidad de relacionar el ámbito académico con el sector productivo⁵⁰.

Al igual que en los casos mencionados anteriormente, la evolución del proceso de cooperación en América Latina ha estado determinado por las características socioeconómicas del entorno. En este sentido es posible distinguir dos grandes etapas cuya separación está marcada por el cambio del modelo económico aplicado en la región a finales del siglo pasado y que según el país, tuvo lugar en periodos distintos.

La primera etapa se desarrolla bajo el modelo de industrialización por sustitución de importaciones, y se caracteriza por la existencia de un ambiente proteccionista en el cual el desarrollo tecnológico no constituía una preocupación para el sector productivo. En una economía cerrada, la innovación pierde peso como mecanismo de protección, debido a la existencia de barreras arancelarias y otros instrumentos de intervención estatal que no suponen ningún esfuerzo para las empresas. En términos generales, las firmas encontraron más rentable dedicar sus esfuerzos de producción y ventas al mercado interno, a través de la compra de procesos llave en mano, en lugar de

⁵⁰ Las diferencias a las que se hace alusión se refieren fundamentalmente a la legitimidad de la universidad como agente de desarrollo económico y a la conveniencia de adoptar una orientación práctica en las actividades de investigación universitaria. Esta polémica no es solo una característica del contexto latinoamericano, sino que representa un elemento común en todos los procesos de cooperación universidad empresa.

desarrollar tecnologías propias y potenciar capacidades competitivas que les permitieran obtener un espacio en el mercado externo (Albornoz, 1993). En este contexto, la cooperación con el sector académico no constituye una estrategia importante, ya que los beneficios derivados de la misma (servicios tecnológicos, apoyo para la innovación), no son contemplados como elementos relevantes dentro de los esquemas de desarrollo empresarial.

Desde la perspectiva universitaria la situación era bastante similar. Durante esta etapa, la universidad gozó del amparo estatal y tuvo un lugar privilegiado en las asignaciones presupuestales; los gobiernos proveían los recursos necesarios para su funcionamiento y le otorgaban la autonomía suficiente para que desarrollaran sus actividades. No existía por lo tanto ningún estímulo de carácter financiero que llevara a las universidades a relacionarse con las empresas, más aun, tal acción era considerada adversa por atentar contra los objetivos primordiales de la institución y por limitar su libertad para elegir los temas de investigación.

En términos generales, es posible afirmar que las políticas proteccionistas implementadas durante este período, permitieron que cada agente se acomodara en su sector de actuación tradicional y en cierta forma inhibieron el reconocimiento de la variable tecnológica y la búsqueda de cooperación como elementos importantes (Plonski, 1994). Los escasos vínculos que se establecieron correspondieron a iniciativas aisladas y esporádicas y no a estrategias planificadas institucionalmente. El tema de la vinculación, constituyó más que todo una discusión ideológica estimulada por la acción de programas y organismos internacionales (PNUD, UNESCO, ONUDI, CIID y OEA), que abrieron las puertas para su análisis a través de estudios y foros regionales.

Como elemento a destacar, cabe mencionar que la mayoría de los ejemplos de vinculación que se manifestaron en esta etapa se gestaron a través de la contratación pública de los servicios universitarios. En Brasil y Uruguay, por ejemplo, durante la década de los setenta las universidades fueron llamadas a participar en desarrollos técnicos importantes, que involucraron a las más importantes empresas públicas nacionales (Sutz, 2000)⁵¹. Casos similares se evidenciaron en el resto de los países

⁵¹ En Uruguay a mediados de los años setenta se le otorgó a la Facultad de Ingeniería el estudio del modelo matemático para la construcción de la que en ese tiempo era la presa hidroeléctrica más grande del país. En Brasil la Universidad de Campiñas, obtuvo un contrato por parte de Telebras (en ese entonces manejada por el Estado) para el desarrollo de fibras ópticas.

latinoamericanos, dando origen a una tendencia caracterizada, en primer lugar, por la amplia participación del sector gubernamental en la financiación de los gastos de I+D, y la concentración de dicha actividad en las universidades, institutos de investigación y empresas estatales más importantes.

La segunda etapa en el proceso de vinculación, comienza a finales de la década de los ochenta con el tránsito de las economías latinoamericanas hacia los mercados internacionales. Los procesos de apertura económica que progresivamente fueron adelantando los países de la región, hacen evidente de la necesidad de aumentar la competitividad de las firmas, a través de la modernización tecnológica de sus procesos productivos. Las empresas que antes estaban seguras de su mercado, por efecto de las barreras arancelarias, deben desarrollar nuevos mecanismos de protección fundamentados en prácticas tecnológicas modernas y en el desarrollo continuo de innovaciones, actividades que le son difíciles de ejecutar por si solas debido a las pocas capacidades tecnológicas desarrolladas durante la etapa anterior. Esto no quiere decir, que la necesidad de prestar mayor atención a la tecnología se haya traducido rápidamente en una sólida vinculación universidad empresa. Las relaciones son bastante complejas y están teñidas de una carga ideológica importante, donde las diferencias existentes entre los objetivos de cada actor y la desconfianza mutua, producto de años de trabajo independiente, se traducen en serios obstáculos para el establecimiento de estrategias de cooperación.

Pero el cambio de percepción con relación a la vinculación no se desarrolló solo en la esfera empresarial, a nivel universitario, ciertas transformaciones en el contexto llevaron a que también se le reconociera como una estrategia de desarrollo importante. Al finalizar la década de los ochenta el aporte fiscal a la educación superior comienza a disminuir, a raíz del cambio en la visión estatal sobre el rol de la universidad y la crisis fiscal que afectó a la mayoría de los países de América Latina⁵². Ante esta nueva situación las universidades tuvieron que contemplar nuevas fuentes de financiación e identificar al sector productivo como un cliente potencial para sus servicios. Al respecto, el informe de una misión del Programa COLUMBUS (1990)⁵³ pone en manifiesto lo siguiente: “Sin pretender afirmar que la motivación financiera sea la más importante, puede, por cierto, notarse que ella tiene un peso particular en

⁵² Durante el período entre 1987 a 1997, el apoyo público directo a la universidad disminuyó aproximadamente del 1% al 0.55% del PIB.

⁵³ El Programa COLUMBUS, era un programa especial del Consejo de Rectores Europeos (CRE) que, en Marzo de 1990 realizó dos misiones de especialistas destinadas a analizar la relación entre las universidades y el sector productivo en diversos países de América Latina.

América Latina. Muchas veces los recursos adicionales obtenidos de la cooperación con la industria representan la única manera de compensar, por lo menos en parte, los salarios extremadamente bajos de los docentes universitarios y conseguir, de esta forma, mantenerlos trabajando en las universidades, evitando así la fuga de los más calificados”.

De esta forma, la vinculación es impulsada inicialmente desde los ámbitos universitarios y entendida bajo un enfoque de oferta, en el cual el eje se encuentra determinado por los procesos de transferencia tecnológica. Como era de esperarse, las universidades que desarrollaban actividades de investigación y de postgrado manifestaron una mayor propensión para cooperar con el sector productivo que aquellas que se dedicaban exclusivamente a la enseñanza (Plonski, 1994). En Chile, por ejemplo, las universidades tradicionales mostraron más disposición a interactuar con las empresas, mientras que las universidades derivadas y las nuevas universidades privadas no habían desarrollado un mayor dinamismo en este proceso (Ramírez, 1994)⁵⁴.

Otro elemento importante en esta nueva etapa, es la orientación empírica con la cual se aborda el tema de la cooperación y que conlleva al establecimiento de una serie de instrumentos dirigidos al fomento de las relaciones. El gobierno asume un papel importante en materia de regulación definiendo, por una parte, leyes generales que favorecen el proceso, y por otra mecanismos específicos de carácter financiero para el desarrollo general de la innovación tecnológica y en donde la relación universidad empresa es contemplada como una estrategia clave⁵⁵. Un mecanismo tradicional ha sido la modalidad de co-financiación, a través de la cual el gobierno otorga créditos no reembolsables para el desarrollo de proyectos innovadores siempre y cuando sean ejecutados conjuntamente entre la universidad y la empresa. Estos mecanismos han sido administrados por instituciones previamente existentes, como es el caso de COLCIENCIAS en Colombia, o a través de fondos especialmente estructurados para dicho fin, como el FONTAR en Argentina y el FONDEF en Chile.

La adopción de estos nuevos esquemas de apoyo financiero se corresponde con un giro importante en la posición del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en

⁵⁴ Las universidades derivadas son aquellas que surgieron de la separación de las sedes regionales de las universidades tradicionales existentes, a partir de la Nueva Legislación Universitaria de 1981.

⁵⁵ Ejemplos de tales leyes fueron las formuladas el año 1990 en Argentina (Ley 23.877 de Promoción y Fomento a la Investigación Tecnológica), en Colombia (Ley marco de Ciencia y Tecnología) y en Brasil (Los Programas de Competitividad Industrial, Calidad y Productividad).

relación a su política de ciencia y tecnología, la cual ha ejercido una influencia considerable en las teorías de los países americanos, habida cuenta de que éste organismo representa la principal fuente de cooperación internacional. Hasta finales de la década de los ochenta, la política promovida por el BID orientaba la inversión exclusivamente hacia la creación de competencias científicas y tecnológicas en las universidades y centros públicos de investigación, fomentando la formación del capital humano, la construcción y equipamiento de infraestructuras de I+D (laboratorios, bibliotecas y centros informáticos). Durante este período se estimó que el aumento cuantitativo y cualitativo de la infraestructura científica y tecnológica, produciría, de manera automática, procesos de innovación, concepción derivada de los enfoques lineales ampliamente difundidos y aceptados en esa época. De esta forma, los primeros mecanismos que se implementaron, se caracterizaron por prestar poca atención a las necesidades de innovación del sector productivo, y por apoyar las actividades científicas de los centros de investigación. Al comenzar la década de los noventa, se hizo evidente un segundo objetivo estratégico en las actuaciones del Banco: la estimulación directa de la demanda por la empresa privada y la relación entre productores y usuarios del conocimiento y las técnicas (Mayorga, 1997). Así mismo, empiezan a diseñar fondos para el desarrollo tecnológico, normalmente en forma de línea de crédito disponible para las empresas, pero que contemplan como elemento fundamental su articulación con instituciones científicas y tecnológicas.

A pesar de lo anterior, en la práctica no se ha logrado superar el enfoque de la oferta y los instrumentos que se han implementado no han logrado incentivar adecuadamente la demanda de servicios tecnológicos por parte del sector productivo. En términos generales, los resultados obtenidos no han sido los esperados, y la experiencia parece indicar que se necesita más dinero para que las empresas reconozcan la necesidad de interactuar con las universidades. En este sentido, Sutz (2000) identifica tres defectos asociados a estos mecanismos:

1. Compromiso de las firmas por debajo de las expectativas, tanto en términos cuantitativos, como cualitativos.
2. Falta de “relevancia del conocimiento” de los problemas cuando la demanda industrial finalmente se empieza a esparcir.
3. Bajo impacto en el comportamiento general de las compañías respecto a las relaciones con las universidades.

Como característica general, la relación universidad empresa en América Latina ha sido un proceso fomentado a través de leyes nacionales y coordinado por agencias

estatales pertenecientes a los ministerios u organizaciones independientes financiadas con recursos públicos o internacionales. En América Latina, ha predominado un enfoque de “arriba hacia abajo” donde el diseño de las relaciones universidad-empresa-gobierno, se centra en el papel jugado por las instituciones y en mecanismos desarrollados por el Estado (Sutz, 2000).

Efectivamente se han producido avances importantes que no hay que desconocer, pero la efectividad global de las políticas públicas, es un tema que está abierto a discusión. Evaluaciones realizadas en diversos países, parecen coincidir en el hecho de que los mecanismos que se diseñaron esperaban una participación mucho más activa del sector productivo, el cual desafortunadamente no ha tomado el liderazgo en materia de desarrollo científico y tecnológico (COLCIENCIAS, 1996). Lo anterior resulta evidente si se analiza la estructura de financiación de la I+D en América Latina durante la última década. Según datos estimados por la Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología, la participación de las empresas tanto en el financiamiento como en la ejecución de los gastos de I+D no es la más importante. En cuanto al financiamiento, el gobierno claramente mantiene su papel protagónico, mientras que a nivel de ejecución las universidades tienen una mayor participación (cuadro 1.6).

Cuadro 1.6. Distribución de los gastos de I+D por sector de financiamiento y ejecución en América Latina (en porcentaje)

		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Sector de Financiamiento	Gobierno	56,3%	55,8%	56,4%	57,0%	56,2%	56,7%	56,3%
	Empresas	34,3%	35,4%	33,8%	33,2%	33,1%	32,6%	34,3%
	Educación Superior	6,9%	6,4%	7,5%	7,0%	8,2%	8,3%	7,4%
	Org. priv. sin fines de lucro	0,8%	1,0%	0,9%	0,8%	0,7%	0,4%	0,4%
	Extranjero	1,7%	1,4%	1,3%	2,0%	1,8%	2,0%	1,6%
Sector de Ejecución	Gobierno	19,7%	18,6%	21,0%	24,6%	25,3%	26,9%	24,6%
	Empresas	36,4%	37,9%	35,6%	35,3%	34,0%	31,9%	36,2%
	Educación Superior	42,4%	40,9%	41,3%	38,4%	38,8%	39,0%	37,5%
	Org. priv. sin fines de lucro	1,5%	2,6%	2,1%	1,6%	2,0%	2,2%	1,6%

Fuente: El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/ Interamericanos 2002, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Buenos Aires, 2003.

1.2.3.3.1. Las tensiones de la relación en América Latina

De lo descrito anteriormente, resulta evidente que los cambios en la política económica representan el elemento principal que indujo a las relaciones universidad empresa en América Latina. No obstante, una serie de factores desfavorables derivados de la estructura del tejido productivo y de las características del propio sistema de educación superior, han impedido que esta vinculación se incremente y tenga un mayor impacto en el desempeño de la empresa (Solleiro y López, 1993).

Con relación al sector productivo son varios los elementos que hay que destacar. En primer lugar, y tal como lo manifiesta la Comisión Económica Para América Latina: “El proceso re-estructurativo del aparato productivo ha mostrado una tendencia generalizada a favor de los bienes de uso intensivo en recursos naturales, en contra de otros bienes que hubiesen requerido una utilización más intensiva de la ingeniería y de la tecnología” (CEPAL, 1996). En América Latina, tras el cambio del modelo económico basado en la industrialización por sustitución de importaciones se han perfilado dos grandes tipos de especialización productiva, una intensiva en la explotación de recursos naturales, típica de los países del cono sur del continente, y otra basada en industrias maquiladoras, hacia la que se orientan países como México y algunos países centroamericanos. En ambos casos, el valor agregado doméstico es relativamente bajo (Katz, 1999). Dentro de la heterogeneidad regional que siempre ha sido grande, y que en la nueva etapa de apertura económica tiende a ampliarse, puede sostenerse que la relación económica externa se centra en un “intercambio desigual”, donde por una parte se encuentran bienes y servicios intensivos en tecnología, que constituyen el núcleo de las importaciones, y por otra bienes intensivos en recursos naturales, alimentos y productos de la “maquila”, los cuales representan la oferta exportable. Esta situación ha provocado la inserción neoperiférica de la región en una economía mundial basada cada vez más en el uso del conocimiento.

Lo anterior constituye una debilidad estructural del sector industrial latinoamericano y representa al mismo tiempo uno de los principales obstáculos para el proceso de vinculación. Un tejido productivo en el cual prevalecen los sectores tradicionales tiene poca disposición para relacionarse con el sector académico debido a que los servicios que éste último le puede ofrecer no son concebidos como un factor estratégico para el desarrollo de su competitividad. Esta característica ha condicionado en gran parte, la poca demanda de servicios tecnológicos existentes en la región y por ende la poca efectividad de los mecanismos públicos adoptados.

Otro rasgo que complementa lo anteriormente expuesto, es el predominio de las pequeñas y medianas empresas (PYMES) dentro de la estructura productiva latinoamericana, las cuales además de desempeñarse en sectores tecnológicamente poco desarrollados, no tienen la capacidad interna necesaria para gestionar programas de cooperación exitosos. Estudios realizados en diversos países latinoamericanos, revelan que la mayor parte de las PYMES no cuentan con la infraestructura necesaria en materia de I+D, y en muchos casos no disponen incluso de personal debidamente cualificado que le permita asimilar nuevas tecnologías y emprender proyectos de innovación⁵⁶. En Bolivia, por ejemplo, un estudio realizado sobre las PYMES reveló que solo el 13% disponían de unidad de investigación o diseño y que el 25% de su personal había recibido entrenamiento administrativo y técnico en los últimos años (Aguirre y Kaufmann, 2003).

En síntesis, el predominio de PYMES de sectores maduros o tradicionales en el tejido productivo latinoamericano inhibe en gran medida el desarrollo de procesos estables de vinculación entre la universidad y la empresa. Como lo expone Fernández de Lucio *et al.* (1994), en un tejido industrial con este tipo de conformación, las relaciones se tornan más difíciles, en primer lugar por la poca demanda de servicios tecnológicos, los cuales no son considerados importantes dentro del desempeño productivo de las compañías, y en segundo lugar por la precaria capacidad de absorción tecnológica existente al interior de las firmas.

Adicionalmente, algunos autores han identificado como elemento contraproducente para el desarrollo de la relación universidad empresa el drástico adelgazamiento del Estado, inspirado por las políticas neoliberales derivadas del consenso de Washington (Katz, 1999; Sutz, 2000). Con la apertura económica se dio inicio a un proceso general de privatización que, en el ámbito latinoamericano se ha caracterizado por la venta de las grandes compañías nacionales a firmas extranjeras, las cuales por lo general desarrollan pocos enlaces internos. Las multinacionales tienen desarrollada una amplia capacidad tecnológica y prefieren recurrir a los departamentos de I+D de sus casas matrices antes que a las universidades locales. Este fenómeno ha generado el fin de diversas acciones de vinculación que habían surgido en etapas anteriores y que se fundamentaban en la contratación pública de servicios universitarios orientados al desarrollo de proyectos tecnológicos en empresas estatales. Como ejemplo se puede

⁵⁶ Algunos estudios que pueden ampliarse con relación a este punto se encuentran compilados en los documentos del CINDA: Gestión y Desarrollo Tecnológico: Rol de la Universidad Latinoamericana (1994) y Cooperación Universidad Empresa: experiencias comparadas (1997).

mencionar el caso de Telebrás en el Brasil, compañía que antes de ser vendida a Telefónica de España, mantuvo una relación estrecha con la universidad de Campiñas para el desarrollo de la fibra óptica (Brisolla y Guedes, 1995). De manera similar, en Argentina tras la privatización del sector de las telecomunicaciones se produjo el desmantelamiento de una red de pequeñas compañías de alta tecnología que actuaban como proveedores especializados y mantenían fuertes vínculos con la investigación académica (Sutz, 2000).

El análisis y consideración de este factor resulta particularmente relevante en el contexto latinoamericano si se tiene en cuenta que, en los países con un sistema industrial relativamente débil, las demandas del sector público constituyen un elemento clave para articular las capacidades científicas y técnicas de las universidades con las necesidades del sector productivo (Gergersen, 1988).

Por otra parte, además de las debilidades del sector productivo, las universidades también adolecen de una serie de problemas que constituyen serios obstáculos para el desarrollo de la vinculación. Dichos problemas se relacionan fundamentalmente con la disponibilidad de recursos (humanos, materiales y financieros) y con la imagen pública que proyectan.

Con relación al primer problema, en la mayor parte de los países de América Latina los laboratorios universitarios se encuentran en una situación claramente desfavorable, de gran debilidad, debido a la baja tasa de inversión en infraestructura científica. En Argentina, por ejemplo, según datos de 1997, del total de los recursos asignados a las universidades públicas, por parte de recursos provenientes del presupuesto nacional, solamente el 3.42% se asignó de forma directa para la ciencia y tecnología (Albornoz, 1998). En Chile se vive un caso similar, especialmente en las denominadas universidades derivadas, las cuales exhiben de modo dispar algunas capacidades incompletas o nacies de I+D (Ramírez, 1994). Si bien es cierto que las limitaciones presupuestarias constituyen un elemento motivador para abordar programas de cooperación con el sector productivo, no hay que desconocer que éstos al final se definen en función de lo que la universidad les pueda ofrecer, lo cual a su vez depende de la capacidad científica y tecnológica que posea la institución. Adicionalmente, hay que considerar que al interior de la universidad existen ciertas barreras, ideológicas y organizacionales, que dificultan la vinculación. La barreras ideológicas se derivan fundamentalmente del carácter docente que ha asumido tradicionalmente la universidad latinoamericana. Con situaciones parciales de mayor o menor entidad,

falta en las universidades nacionales capacidad de gestión científica y tecnológica, actividad que continua siendo suplementaria a la función de docencia. Las universidades se han mantenido en muchos casos aislados de la realidad y no comprenden los problemas y necesidades del sector productivo.

En cuanto a las barreras organizacionales, Moreno (1993), identifica las siguientes para el caso colombiano, las cuales en mayor o menor medida se encuentran presentes en todos los países de la región:

- Falta de reglamentaciones o existencia de ellas con excesiva rigidez, que no contemplan estímulos ni reconocimiento académico al trabajo tecnológico con el sector productivo.
- Exceso de tramites administrativos y burocracia que dificulta el trabajo en proyectos patrocinados por el sector productivo.
- Desconocimiento de la aplicación de la mercadotecnia aplicada a la oferta tecnológica universitaria.
- Organización inadecuada de la universidad para la prestación de servicios.
- Vulnerabilidad de la organización, pues los problemas políticos y/o laborales ocasionan interrupciones de trabajo y no dan garantías sobre cumplimiento de plazos en proyectos contratados.

Este ultimo punto se relaciona con el segundo problema de la universidad, representado por la imagen que proyecta ante su entorno socioeconómico. Sin desconocer que varios casos de cooperación se han desarrollado en universidades privadas, la tendencia en Latinoamérica es que la mayor parte de los vínculos se establezcan con universidades públicas, las cuales relativamente tienen una mayor capacidad investigadora. No obstante, estas universidades presentan en diversos países de la región (especialmente los hispanoamericanos), múltiples tensiones que las hacen más vulnerables a conflictos sociales y más permeables a fenómenos como manifestaciones sindicales, cese de actividades, etc., que generan desconfianza en el sector productivo. Según Arocena (1998), las universidades públicas latinoamericanas comparten un largo historial de disturbio social, acompañado de importantes movilizaciones en la lucha de los estudiantes y de las facultades por obtener la autonomía y la participación directa en el gobierno. En América Latina, contrario a lo ocurrido en otros contextos, la universidad desempeñó un rol importante como agente de reforma, desarrollando una dimensión social muy amplia en el seno de sus funciones tradicionales, especialmente durante las épocas de transición de las dictaduras a los gobiernos democráticos. Aunque a partir de la década de los noventa,

las relaciones universidad pública-gobierno se volvieron más pacíficas y las relaciones informales comenzaron a expandirse. Sin embargo, aun persiste bajo la superficie cierta imagen del pasado, la cual sumada a conflictos presentes (políticos, laborales, etc), hacen que la desconfianza y la falta de voluntad impregnen las relaciones con el sector productivo.

Los aspectos anteriores dan cuenta de las dificultades actuales que existen para promover las relaciones universidad empresa en América Latina. El problema central es que las políticas de fomento a la interacción deben arreglarse con las limitaciones del contexto en el cual deben operar, ya que no cuentan con la suficiente capacidad para esperar a la consolidación de un gran Sistema Nacional de Innovación o la construcción de relaciones más confiables entre los actores que las ponen en práctica (Sutz, 2000). Este hecho, evidencia la necesidad de analizar las políticas públicas adoptadas y replantearla según las características de cada país. Sin perder de vista la heterogeneidad de cada ámbito geográfico, es posible suponer que un aumento en la efectividad de los esquemas de intervención requieren más legitimidad de las mismas y mayor información. Es verdaderamente importante equipar a las universidades y a las empresas con herramientas que les permitan familiarizarse mutuamente a través de un mejor conocimiento de lo que necesitan y de lo que son capaces de hacer en conjunto. Por lo tanto, se requiere, mucho más información respecto a la oferta científica y tecnológica de la universidad, así como, de las necesidades reales de conocimiento en el sector empresarial. El mejoramiento de los flujos de información ayuda en tiempo a incrementar la legitimidad de los mecanismos de cooperación y reconocerlos como una estrategia de desarrollo importante, a través de la cual los actores participantes obtienen ganancias sustanciales.

1.2.3.3.2. Las modalidades de vinculación

En la práctica, la relación universidad empresa en América Latina ha sufrido un proceso evolutivo similar al exhibido en las experiencias europeas anteriormente comentadas. Inicialmente, los esfuerzos de vinculación se abordaron a través del desarrollo de actividades, formación para posteriormente ir trascendiendo a la prestación de servicios menores, la realización de investigación contratada y la licencia de patentes derivadas de investigaciones universitarias. Recientemente, estas modalidades se han complementado con la creación de estructuras de cooperación mucho más complejas, que suponen una verdadera simbiosis entre los actores involucrados (por ejemplo los parques científicos y tecnológicos), las cuales aun se encuentran en etapas tempranas de desarrollo y representan casos aislados. Por lo

tanto, la colaboración interinstitucional en América Latina puede situarse en un estado intermedio, en el cual se está acumulando experiencia sobre educación continua, prestación de servicios y en menor grado, licenciamiento y realización de proyectos bajo contrato (Solleiro y López, 1993).

A continuación se presentan algunos programas que ilustran la gama de experiencias de interacción que se han desarrollado en el ámbito regional, agrupándolos de forma general en mecanismos tradicionales y estructuras de cooperación complejas.

1.2.3.3.3. Los mecanismos tradicionales de cooperación

El mecanismo de vinculación más conocido en América Latina lo constituyen los programas de formación, los cuales tradicionalmente se han estructurado de dos maneras distintas: como parte del proyecto educativo de la institución y como mecanismo para la actualización de los recursos humanos de las empresas. La primera modalidad está orientada a preparar de la mejor manera a los futuros profesionales, contemplando para ello tanto la formación tradicional intramuros como la realización de pasantías industriales y proyectos específicos en el ámbito productivo. Se trata fundamentalmente de una articulación de las actividades docentes con la práctica profesional en los ámbitos productivos. La segunda modalidad busca combatir la obsolescencia, producto de la rápida dinámica del cambio tecnológico, diseñando para ello programas de educación continua que responden a los requerimientos cambiantes de los profesionales del sector productivo. En México, por ejemplo, uno de los casos más representativos de este mecanismo de cooperación se dio con la creación del Centro de Educación Continua en la División de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, en el año de 1971 y que posteriormente se transformó en la División de Educación Continua de la misma Facultad. El objetivo de esta División es mantener actualizados los conocimientos de los ingenieros que desempeñan diversas actividades en el sector productivo, definiendo cursos abiertos organizados a petición de las mismas empresas (Solleiro y López, 1993). Bajo esta misma línea el Instituto Tecnológico de Monterrey (ITESM), inicio un programa de formación en 1984 con Ford Company sobre control estadístico de procesos, con el objeto de impartir educación que sustentara el desarrollo de la calidad en la industria nacional. De manera similar, en Colombia las universidades privadas más prestigiosas han comenzado a utilizar la financiación de cátedras contratadas por las empresas como un mecanismo de vinculación importante. En estos casos un profesor, con unos pocos estudiantes de postgrado, se dedican a analizar determinada área de la empresa, dando como resultado investigaciones para

tesis de grado, cursos sobre la investigación realizada y asesoría para la empresa (Moreno, 1993).

Otra de las formas de vinculación que se pueden catalogar como tradicionales la constituye la prestación de servicios científicos y tecnológicos. Esta forma de vinculación se formaliza a través de contratos en virtud de los cuales la universidad suministra los servicios requeridos por el sector productivo, que van desde asesorías específicas, análisis de laboratorio y ensayos hasta proyectos de investigación e innovación tecnológica. Según Ramírez (1994), en Chile todas las universidades, tanto tradicionales como derivadas, presentan estos tipos de vinculación, y casi todas tienen o han tenido, al menos, un proyecto de investigación e innovación tecnológica contratado con la empresa. Algunas universidades han profesionalizado la prestación de estos servicios creando entidades especializadas, que contemplan entre sus funciones la promoción de las actividades universitarias ante los agentes externos, el estudio y elaboración de contratos, la gestión administrativa y financiera de los proyectos y la vinculación con otros centros de I+D⁵⁷. Otras universidades, por el contrario, han optado por operar sus prestaciones de servicios a través de las unidades académicas existentes (Dirección de Investigación, Vicerrectoría Académica, Dirección Académica, etc.), como es el caso de la universidad de Concepción en Chile. Dentro de los servicios tecnológicos, los proyectos de innovación constituye la modalidad de vinculación más reciente. Mas allá de casos aislados, esta modalidad comenzó a desarrollarse de forma sistemática a finales de la década de los ochenta y comienzos de los noventa, cuando se crearon programas nacionales de fomento derivados de la cooperación financiera con organismos internacionales.

1.2.3.3.4. Las estructuras de cooperación complejas

De modo más reciente, se han perfilado nuevas formas de vinculación entre la universidad y la empresa, caracterizadas por una participación y una relación mucho más estable entre las partes involucradas. El diseño de estas nuevas modalidades, parte de la experiencia de los países desarrollados en los cuales las universidades han asumido un rol económico más activo dando valor comercial a los resultados de sus investigaciones. Fundamentalmente dentro de esta modalidad se han creado incubadoras de empresas de base tecnológica y parques científicos y tecnológicos, los

⁵⁷ Algunos ejemplos de estas entidades son los siguientes: El Centro para la Innovación Tecnológica (CIT) de la Universidad Nacional Autónoma de México, creado en 1983; La Dirección General de Vinculación Académica y Tecnológica del Instituto Politécnico Nacional (DVAT), creada también en México el año 1985; La Dirección de Convenios y Transferencia Tecnológica (DCTT) de la Universidad de Buenos Aires, creada en 1987 y el DICTC de la Universidad Católica de Chile.

cuales se encuentran todavía en una etapa temprana de desarrollo. En México, existen varias experiencias al respecto, siendo la IEBT-BC (Incubadora de Empresa de Base Tecnológica de Baja California) la de mayor tiempo de operación y por lo tanto la que muestra mejores resultados parciales. En Colombia, a partir de 1995 se adopta como una estrategia central para el fomento de la productividad y competitividad del sector empresarial la creación de una Red de Centros de Desarrollo Tecnológico, en la cual las incubadoras constituyen un elemento importante. Bajo esta estrategia se crearon incubadoras de empresas en las principales ciudades del país, y aunque se han alcanzado algunos logros importantes, la infraestructura desarrollada continúa siendo insuficiente para atender las necesidades reales del sector productivo.

La creación y operación de estas formas institucionales supone una capacidad científica y tecnológica interna consolidada dentro de la universidad. Por esa razón las universidades con mayor tradición investigadora ofrecen mejores perspectivas para incursionar en estas modalidades de vinculación, que como ya se ha expuesto, han mostrado resultados interesantes en el proceso de modernización de la producción en otros contextos (Ramírez, 1994). Es importante recalcar que independientemente de los esfuerzos que se realicen a nivel político para avanzar hacia el desarrollo de mecanismos de relación más complejos, no debe descuidarse las formas de vinculación tradicionales, contemplándolas no como una manera fácil de obtener recursos, sino como instrumentos que aunque simples, representen la base para desarrollar relaciones más complejas y estables.

1.2.3.3.5. Conclusiones y perspectivas de la relación en América Latina

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, es posible caracterizar a grandes rasgos la evolución de la relación universidad empresa en América Latina a través de los siguientes elementos:

1. La vinculación de la universidad con su entorno socioeconómico ha sido un proceso marcado fuertemente por las características del contexto en cada momento temporal. El cambio en los modelos económicos aplicados en la región constituye el principal factor que induce al análisis del tema, primero desde una perspectiva ideológica, y luego como un elemento clave dentro de la formulación de políticas nacionales de desarrollo industrial. Dichas políticas se han desplazado desde un enfoque basado en la oferta -por ejemplo, vía financiamiento de laboratorios e institutos públicos- a otro fundamentado en el subsidio de la demanda, a través del financiamiento empresarial de servicios

tecnológicos orientados a la modernización productiva. Las acciones del sector público se derivan en buena medida de las directrices definidas por el BID, y que han sido implementadas mediante préstamos cuyos montos, en relación con los exiguos recursos habitualmente disponibles, son ciertamente importantes. Este hecho ha impulsado una cierta homogenización de las políticas regionales en materia de ciencia y tecnología, las cuales a pesar de las diferencias existentes en cada país, no se han logrado ubicar en una posición destacada en la agenda gubernamental latinoamericana.

2. La cooperación internacional ha jugado un rol significativo en la conceptualización, estudio y difusión del proceso de vinculación. La casi totalidad de estudios sobre el tema se han desarrollado con apoyo de organismos como el PNUD, UNESCO, ONUDI, CIID y OEA, sin mencionar los programas de apoyo financiero establecidos por el BID (Lavados, 1994).
3. En la práctica, la evolución del proceso ha ido acompañado de la adopción de mecanismos de cooperación cada vez más complejos, trascendiendo de los programas tradicionales de formación y educación continua, a la creación de estructuras especiales como incubadoras de empresas o parques tecnológicos. Estos últimos todavía no se encuentran ampliamente desarrollados, y los casos existentes, aunque han mostrado algunos avances significativos, están en una etapa temprana de desarrollo.
4. Existen en la región una serie de obstáculos, tanto en las empresas como en las universidades que inhiben el desarrollo de la cooperación. La estructura del sistema productivo, conformada fundamentalmente por PYMES de sectores tradicionales, ha influido para que la dimensión tecnológica no sea reconocida como relevante para el desarrollo empresarial. Así mismo, en muchas universidades aun persisten desconfianzas y críticas sobre la legitimidad de la cooperación como elemento constitutivo dentro de su misión, especialmente en aquellas áreas que se alejan de las funciones tradicionales de docencia e investigación y se acercan más a la comercialización del conocimiento generado.
5. Un rasgo característico de las universidades latinoamericanas ha sido su rol como organismo de crítica y reforma social. En la mayor parte de los países de la región, a las universidades públicas se le reconoció cierto papel de conciencia social, especialmente durante los periodos de cambio de los gobiernos dictatoriales a los democráticos. Este hecho hizo que las universidades públicas entraran, no pocas veces, en conflicto tanto con los órganos gubernamentales como con el sector productivo, en la lucha por la

autonomía y la participación directa en las transformaciones sociales. Aunque en términos generales este fenómeno haya sido superado, aun persiste la imagen del pasado, la cual hace más permeable las relaciones a la desconfianza y a la falta de voluntad entre los actores. Esta situación adquiere mayor importancia en un contexto en el cual las universidades públicas poseen por lo general mayor capacidad científica y tecnológica y por lo tanto mayor disponibilidad para cooperar con el sector productivo.

No obstante, a pesar de los obstáculos indicados, existe una gran oportunidad para avanzar en el proceso. La nueva dinámica económica existente en la región, conducirá necesariamente a un mayor reconocimiento empresarial de la variable tecnológica como elemento de desarrollo, ante el riesgo de desaparecer frente a una competencia internacional cada vez más fuerte que se manifiesta tanto en los mercados externos, como en los mercados locales antes protegidos. Así mismo, los nuevos modos de producción del conocimiento, orientados a la aplicación, harán que las universidades replanteen sus esquemas de investigación y vean en la cooperación no solo un mecanismo para acceder a recursos adicionales sino también una estrategia importante para mejorar la calidad y relevancia de sus funciones tradicionales. Lo anterior implica necesariamente un análisis serio de los esquemas actuales de apoyo estatal, los cuales no han alcanzado el impacto deseado. Las sugerencias anteriores relacionadas con el mejoramiento de los flujos de información y una mayor legitimidad de los mismos, parecen ser pertinentes, y aunque son el resultado de un simple sentido común, su implementación no constituye una tarea fácil. Es importante que se adquiera conciencia que la efectividad de los instrumentos de fomento depende de su grado de convergencia con las realidades existentes en el contexto, y que si ésta no se da adecuadamente los mecanismos fracasarán. Aprender de las experiencias de otros es importante pero no se debe caer en el pragmatismo de seguir el mismo camino sin analizar las especificidades de la realidad propia de cada país.

Antes de concluir este apartado quizás resulte pertinente echar un ligero vistazo al mañana, tratando de identificar los futuros posibles de la universidad latinoamericana y especialmente su vinculación con el entorno productivo. Para ello se utiliza el ejercicio prospectivo realizado por Arocena y Sutz (2001), sobre las tendencias, escenarios y alternativas de la universidad latinoamericana. Hay que aclarar, antes de iniciar la presentación de dichos escenarios, que no se pretende predecir el porvenir, el cual no está determinado a priori, sino ayudar a la decisión, ofreciendo elementos de juicio para la reflexión acerca del mañana. En este sentido, aunque la realidad o mejor las

realidades, no coincidirán con ninguno de los escenarios siguientes, incluirán en todo caso, entre sus trazos mayores algunos de los presentados a continuación.

El primer escenario posible contemplado por Arocena y Sutz (2001), parte de la hipótesis de que la región mantendrá el carácter neoperiférico en su modalidad de crecimiento económico y que las expectativas socio-culturales en relación a la enseñanza superior serán fundamentalmente profesionalista y ligadas a la preparación especializada. En este escenario, la universidad como institución, y particularmente las asociaciones de docentes y estudiantes, mantiene una relación más o menos fluida con movimientos sociales, políticos o culturales que coinciden en su oposición al neoliberalismo. Pero ello tiene poca incidencia en la elaboración de políticas alternativas. La insuficiencia del financiamiento estatal, y el consiguiente deterioro de la enseñanza y la investigación, constituyen los problemas más agudos de las universidades públicas; los principales conflictos, al interior de las mismas así como entre ellas y los gobiernos, giran en torno a la cuestión presupuestal. Todas las evoluciones escritas mantienen bajo nivel de relación de las universidades públicas con el empresariado, porque las empresas se vinculan principalmente con las universidades privadas, sin que ello atribuya un lugar de peso a la investigación. En suma, un modelo profesionalizante con discurso crítico, es la clave de esta alternativa (Arocena y Sutz, 2001).

En el segundo escenario, enmarcado aun en una evolución de tipo neoperiférica, ciertas ramas o cadenas productivas afirman su competitividad a través de la innovación; las políticas públicas no se limitan a rendir homenaje verbal al papel del conocimiento, sino que promueven medidas orientadas por la noción del Sistema Nacional de Innovación, al tiempo en que las expectativas socio-culturales en relación a la enseñanza superior, aunque siguen siendo de tipo esencialmente profesionalista, valoran otros aspectos del quehacer universitario y en especial algunas manifestaciones de excelencia académica. En este contexto, probablemente se produciría una nueva vinculación entre la universidad, la empresa y el gobierno cobraría mayor importancia, relegando de hecho a posiciones marginales el tipo clásico de relación inspirado en la extensión universitaria. El apoyo del Estado a la investigación resultaría más de presiones grupales y razones de prestigio que de proyectos a largo plazo. Se generarían así apoyos limitados y poco definidos, aprovechables sobre todo por grupos con cohesión interna y discurso modernizador. La agenda académica de estudios e investigación resulta modelada básicamente por las dinámicas internas a cada disciplina, por los métodos de evaluación asociados, por

las demandas del mercado, vinculadas fundamentalmente a las ingenierías o la gestión, con énfasis no muy frecuente en la creación original. En la tradición de las teorías del desarrollo, esta alternativa se resumirá en un modelo de la universidad dual, que presenta dos caras. Una, en que se destacan enclaves más o menos amplios de la ciencia internacional, dinámicas propias de la universidad consultora, como la generación de tecnología para el sector productivo; y la otra, cara muestra un conjunto empobrecido de escuelas profesionales, con discurso más o menos contestatario (Arocena y Sutz, 2001).

En el tercer escenario, las universidades dejan de ser actores unitarios para convertirse en campos de interacción, negociación e incluso de enfrentamiento. Al interior de la institución se manifiestan rasgos de los dos escenarios anteriores. Por una parte prevalecen esquemas de trabajos independientes poco interactivos con el medio externo en las áreas de humanidades, mientras que se evidencia una modernización parcial en las áreas tecnológicas. De una manera u otra, la comunidad académica se divide en distintas comunidades parciales, varias de ellas con lazos más sólidos con grupos de afuera que con las demás. Lo definitorio de este caso es que las universidades públicas, careciendo de una noción elaborada de su misión y su papel en la sociedad, no se desempeñan como comunidades o instituciones unitarias y pasan a ser ejemplos de *multiversidad*⁵⁸. En este escenario, se desvanece por completo la gravitación externa de la universidad latinoamericana, como actor unitario con cierta incidencia definida en la sociedad, y en algunos de sus principales debates, con aliados, amigos y adversarios. Este escenario parece plausible si los gobiernos se desentienden de la tríada universidad-ciencia-tecnología, si la sociedad ve a la universidad esencialmente como fábrica de profesionales y si no le asigna centralidad cultural.

El cuarto escenario tiene su punto de partida en un conjunto de reacciones colectivas, orientadas a mejorar la posición que la región ocupa en la actual economía del conocimiento, profundizando para ello las capacidades sociales de aprendizaje e

⁵⁸ El concepto de multiversidad ha sido caracterizado por Kerr como sigue: “No es una comunidad, sino varias. La comunidad de los estudiantes de preparado y la comunidad de los graduados; la comunidad de los humanistas, la comunidad de los científicos sociales; las comunidades de las escuelas profesionales; la comunidad de todo personal no académico; la comunidad de los administradores. Sus límites son borrosos: la institución se extiende hacia los egresados, los parlamentarios, los agricultores y hombres de negocios, los cuales se encuentran ligados a una o más de esas comunidades internas. Una comunidad como la medieval, de maestros y estudiantes, debería poseer intereses comunes; en la multiversidad ellos son variados, a veces incluso conflictivos. Una comunidad debiera tener un alma, un principio singular de animación.; la multiversidad tiene varias almas, algunas de ellas bastantes buenas, aunque hay en curso un intenso debate sobre cual de esas almas merece salvación” (citado en Brunner, 1990).

innovación. Lo anterior supone un mayor desarrollo de las capacidades endógenas para generar y aplicar conocimientos, lo cual a su vez demanda una posición mucho más activa del sector productivo frente a las universidades, demandándoles su concurso para buscar soluciones novedosas a los problemas económicos y sociales. En estas condiciones, la excelencia en la educación superior, la ciencia y tecnología formará parte de lo que mucha gente se imagina que las universidades pueden y deben ofrecer. Esta evolución requiere de grandes cambios culturales y políticos dentro de las propias universidades, particularmente en lo que se refiere a sus formas de evaluación, a su organización disciplinaria y a su estructura burocrática. Dichos cambios no son fáciles y, efectivamente generarán conflictos decisivos. Pero las características del contexto, marcarán, como en épocas anteriores directrices importantes e impulsarán caminos innovadores (Arocena y Sutz, 2001).

CAPÍTULO 2. MARCO DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN BOLIVIA

La globalización de la economía constituye el factor determinante en el entorno socio-económico actual e impone las reglas de juego para el desarrollo competitivo de las naciones. Tal como lo manifiesta Escorsa (1991): “los efectos de la globalización van mucho más allá de una simple internacionalización de los mercados, ésta marca el nacimiento de mercados mundiales y de bases tecnológicas y productivas de igual carácter mundial”. En este nuevo contexto la capacidad y la disposición que tengan las instituciones y las empresas para invertir en investigación y desarrollo, educación, formación, cooperación y en general en *intangibles* constituye un punto focal dentro de las estrategias de competitividad y crecimiento económico (Pavitt, 1993).

La innovación adquiere así nuevas dimensiones y se convierte en una variable fundamental al momento de analizar la competitividad de los países. El fenómeno innovador ya no es contemplado únicamente como un mecanismo económico o un proceso técnico. Ante todo, es visto como un fenómeno social a través del cual los individuos y las sociedades expresan su creatividad, sus necesidades y sus deseos. De esta forma, independientemente de su finalidad, la innovación está estrechamente relacionada con las condiciones sociales en que se produce. La cultura, la educación, la organización política e institucional y la estructura económica de cada sociedad determinan, en último término, su capacidad de generar y aceptar la novedad (Lundvall, 1992, Nelson 1993, Freeman, 2000).

A nivel mundial las naciones están reconociendo la importancia de la innovación como fuente generadora de desarrollo y han comenzado a incluir dentro de sus políticas gubernamentales estrategias para el fomento y apoyo de las actividades científico-tecnológicas. Los países de América Latina no se encuentran ajenos a esta dinámica y están desarrollando mecanismos que les permitan incrementar sus ventajas competitivas y acortar las distancias, que en materia de I+D, los separa de los países desarrollados (Amar *et al.*, 2001). No obstante, a pesar de los esfuerzos acometidos hasta el momento, la política científica no ha llegado todavía a convertirse en una estrategia central para la mayoría de los estados latinoamericanos.

En los años noventa, según estimaciones de la Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología (RICYT), el gasto promedio de América Latina y el Caribe en actividades

de I+D como porcentaje del PIB osciló entre el 0.5% y 0.6%, sobresaliendo Brasil por ser el único país que destinó más del 0.8% de su PIB para I+D. Este indicador contrasta seriamente con el comportamiento de los países desarrollados, los cuales en promedio dedican a las actividades de I+D más del 2.4% de su PIB. Lo anterior, indica claramente que la asignación de recursos al desarrollo de nuevas tecnologías, aún no representaba una alta prioridad para la región (UNESCO, 1999).

En éste apartado se presenta un cuadro general de la situación de Bolivia en cuanto a las actividades de I+D, estableciendo, en los casos en que la información lo permite, un análisis comparativo, tanto en el ámbito regional (América Latina y el Caribe) como a nivel mundial (considerando el comportamiento de las naciones desarrolladas), todo ello con el fin de identificar las características del entorno en el cual se gestionan las relaciones universidad empresa. En función de lo anterior, se presenta en primer lugar un cuadro socioeconómico de Bolivia, así como indicadores generales referidos a las actividades científicas y tecnológicas. Posteriormente, utilizando el enfoque de Sistema Nacional de Innovación (SNI), se ofrece una perspectiva general del contexto boliviano referente a su desarrollo científico y tecnológico, destacando aspectos políticos, institucionales y culturales, así como los procesos concretos de interacción entre actores y organizaciones.

2.1. Cuadro socioeconómico boliviano

El Estado boliviano está situado en el corazón de América del Sur y tiene una extensión territorial de 1,098,581 km². Según los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda 2001, la República de Bolivia tiene 8,274,325 habitantes, lo cual expresa una densidad poblacional de 7.56 habitantes por Km². La población boliviana vive mayoritariamente en el área urbana (62.43%), especialmente en los Departamentos de Cochabamba, La Paz, Tarija y Potosí. Del total de la población 49.84% son hombres y 50.16% son mujeres (cuadro 2.1).

La mayor parte de la población boliviana (67.62%) tiene menos de 31 años, con leve diferencia entre hombres y mujeres. El promedio de años de estudio en la población de 19 años o más, según el censo de 2001, es de 7.43 años, siendo superior en el área urbana que en la rural. En general, el 42.65% de la población alcanza el nivel primario de instrucción, el 25.42% el nivel secundario y solamente el 14.87% llega al nivel superior.

Cuadro 2.1. Indicadores demográficos (2001)

INDICADORES	BOLIVIA
Superficie (Km ²)	1,098,581
Población Total	8,274,325
Población Femenina	4,150,475
Población Masculina	4,123,850
Población Urbana	5,165,230
Población Rural	3,109,095
Densidad de la población (habitantes por Km ²)	7.56
Razón de dependencia (por cada 1000 habitantes)	77
Tasa anual de crecimiento intercensal (porcentaje)	2.74
Tasa de fecundidad global (nacidos vivos por mujer)	4.4
Edad media de la fecundidad (años)	28.9
Nacimientos anuales (en miles)*	267
Muertes anuales menores de 5 años (en miles)*	21
Tasa bruta de mortalidad (por 1000 habitantes)*	8
Tasa bruta de natalidad (por 1000 habitantes)*	31
Tasa de mortalidad infantil en menores de 5 años (por 1000 nacidos vivos)*	77
Tasa de mortalidad infantil en menores de 1 año (por 1000 nacidos vivos)*	60
Esperanza de vida al nacer (años)*	63
Esperanza de vida al nacer de hombres (años)*	61
Esperanza de vida al nacer de mujeres (años)*	64

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (Bolivia)

* Departamento de estadísticas de UNICEF

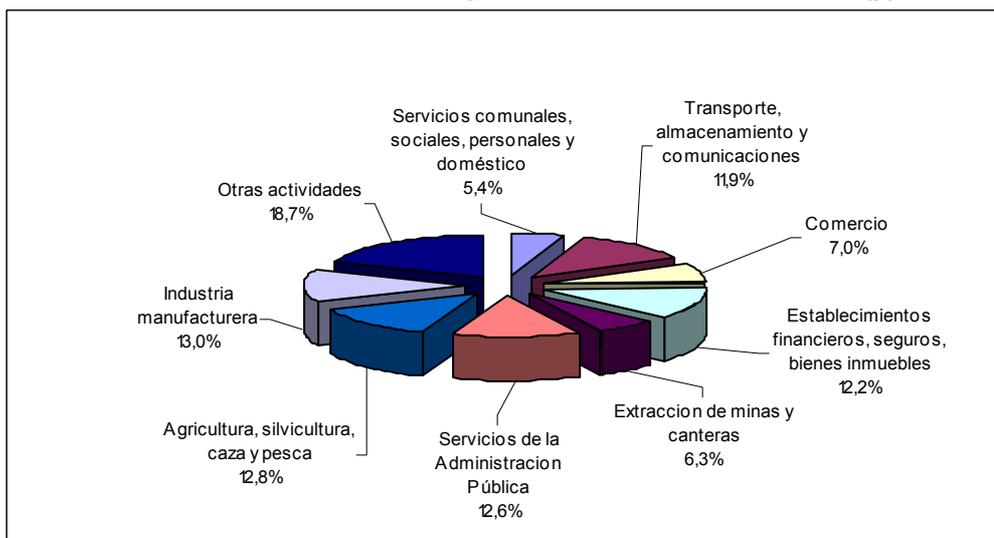
El 72% de la población boliviana se encuentra en edad de trabajar⁵⁹, de la cual el 52% está económicamente activa⁶⁰. Las personas ocupadas se encuentran distribuidas principalmente en las siguientes ramas de la actividad económica: agricultura, pecuaria y pesca (30.7%), comercio (17.2%) e industria extractiva, manufacturera y construcción (14.3%). De estas actividades, la industria manufacturera es la que más aporta al PIB (13%), seguida de la agricultura, silvicultura y pesca (12.7%) y de los servicios de la administración pública (12.6%) (ver gráfica 2.1).

En términos generales, Bolivia es conocida por la producción de minerales y por la riqueza agropecuaria, la industria manufacturera es incipiente, y principalmente se tiene derivados de la soya como el aceite, harina y torta; producción de cigarrillos, cerveza, vinos y licores, madera industrializada, plásticos, cemento Pórtland, artículos de joyería y artesanía.

⁵⁹ La población en edad de trabajar es aquella que tiene 10 años o más de edad.

⁶⁰ La población económicamente activa comprende a las personas de 10 años o más de edad que trabajan o buscan trabajo activamente.

Gráfico 2.1. Producto Interno Bruto por actividad económica, 2002 (p)



Fuente: INE, Bolivia, 2003
Nota: p (provisional).

Bolivia muestra importantes diferencias regionales, el eje central conformado por los Departamentos de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, genera casi el 75% del PIB nacional, y concentra la mayor parte de la industria manufacturera⁶¹. No obstante estos Departamentos presentan perfiles de producción diferentes. En el caso de La Paz las actividades están volcadas hacia la administración pública y los servicios, mientras en Santa Cruz predomina las actividades agropecuarias. La producción de petróleo crudo y gas natural solo se realiza en los Departamentos de Santa Cruz (43%), Cochabamba (26%), Tarija (16%) y Chuquisaca (15%), mientras que la extracción de minerales metálicos y no metálicos, se concentra en La Paz (22%), Oruro (29%) y Potosí (33%).

De acuerdo a los datos del INE, en el año 2001 las exportaciones bolivianas alcanzaron la cifra de 1.353 millones de dólares, representadas fundamentalmente por productos agroindustriales y bienes manufacturados de escaso valor agregado. En contraparte, las importaciones sobrepasaron los US\$ 1.700 millones de dólares americanos, y estuvieron representados especialmente por suministros industriales (básicos y elaborados) y bienes de capital. Así mismo, el flujo de inversión extranjera directa (IED) aumentó en 13.90% entre los años 2001 y 2002, y se destinó fundamentalmente hacia la explotación de petróleo y gas natural. En principio, aunque éste comportamiento podría suponer un incremento de las habilidades tecnológicas, al

⁶¹ En el año 2000, el Departamento de La Paz aportó el 24.76% del PIB nacional, Cochabamba el 18.93% y Santa Cruz el 28.78%

dinamizar los procesos de transferencia de conocimientos y tecnología, es necesario considerar que los efectos de la IED dependen fuertemente de la existencia de ciertas condiciones favorables en los mercados receptores, entre las que se mencionan el acervo y calidad del capital humano e incluso el desarrollo de los sistemas financieros (Hermes y Lensink, 2000). Estas condiciones, como se analiza posteriormente, no se encuentran presentes en Bolivia, razón por la cual las compras de tecnología en la mayoría de los casos no implica la adquisición de capacidades diferentes a las simples habilidades de producción.

2.2. Situación de I+D en Bolivia

Para caracterizar el comportamiento de los países en relación con el desarrollo de las capacidades científico-tecnológicas nacionales se usan dos indicadores fundamentales: el nivel de gastos totales en I+D y el nivel de gastos en I+D como porcentaje del PIB, llamado también intensidad de I+D. La diferencia entre los dos indicadores radica en que el segundo tiene en cuenta el tamaño y las capacidades productivas de cada nación, estableciendo un punto de comparación más equitativo.

En los países de la OCDE, estos indicadores se encuentran ampliamente desarrollados, suministrando cifras reales y comparables, que permiten caracterizar la dinámica innovadora de estas naciones. Desafortunadamente, en América Latina hasta ahora se están dando los primeros pasos para construir metodologías y procedimientos que permitan establecer indicadores que aseguren la homogeneidad y comparabilidad de los estudios nacionales entre sí y con el resto del mundo (López, 1997). En este sentido, el esfuerzo más significativo lo constituye La Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología, la cual presenta los indicadores más importantes en materia de I+D de los países de América Latina y el Caribe, no obstante todavía se está trabajando en la unificación de metodologías y en los procedimientos para recopilar información comparable en cada nación, razón por la cual en algunos casos no se dispone de la misma información para todo el colectivo y varios datos son estimados.

En términos generales, la situación de la ciencia y tecnología en Bolivia, muestra un atraso considerable con respecto a los países vecinos y una brecha cada vez más profunda con relación a los países desarrollados. Los esfuerzos realizados hasta el momento no han adquirido el impacto esperado, por lo que, los logros alcanzados son muy pequeños y aislados, Bolivia se encuentra relegada al último lugar entre los

países del área andina (Tellería, 2002). En el año 2001, los gastos en I+D como porcentaje del PIB representaron el 0.28%, una cifra muy baja si se tiene en cuenta que el promedio de América Latina fue de 0.62% y en los Estados Unidos la inversión alcanzó el 2.76% de su PIB (cuadro 2.2). Así mismo, mientras que en Latinoamérica la inversión en I+D creció durante la última década, en Bolivia no sufrió ningún incremento, indicando con ello la poca importancia otorgada a la asignación de recursos para el desarrollo de las actividades científicas y tecnológicas.

Cuadro 2.2. Gasto en I+D como porcentaje del PIB

	1997	1998	1999	2000	2001
Bolivia	0,32%	0,29%	0,29%	0,28%	0,28%
Estados Unidos	2,55%	2,58%	2,63%	2,68%	2,76%
América Latina y el Caribe	0,50%	0,49%	0,54%	0,58%	0,62%
Iberoamérica	0,59%	0,62%	0,65%	0,69%	0,71%
Total	2,04%	2,09%	2,17%	2,21%	2,14%

Nota: Los datos de los subtotales de América Latina y el Caribe, Iberoamérica y Total son estimados.
Fuente: El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/ Interamericanos 2002, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Buenos Aires, 2002.

Por otra parte, las patentes otorgadas en Bolivia no alcanzan a las 150; el coeficiente de invención⁶² en el año 2001 fue de 0.5, mientras que en América Latina y el Caribe fue de 2.2 y a nivel mundial fue de 20.6. Así mismo, las publicaciones científicas bolivianas en revistas de carácter internacional son del orden del 2% de la producción científica latinoamericana y el número de investigadores equivalentes a jornada completa (EJC)⁶³ llega a 1000, algo menos del 0.5% del total latinoamericano (cuadro 2.3). Estas cifras dejan ver a todas luces que el aporte de Bolivia al desarrollo del conocimiento y de la ciencia y tecnología es irrelevante en el contexto internacional, constituyéndose en una debilidad tecnológica que incide directamente en la capacidad productiva del país (CONACYT-Bolivia, 1998).

⁶² Mide la relación entre las patentes solicitadas por residentes por cada 100.000 habitantes del país.

⁶³ Este indicador se calcula considerando para cada persona únicamente la proporción de su tiempo que dedica a I+D por año.

Cuadro 2.3. Indicadores de I+D

		1999	2000	2001
Población (millones de personas)		8,16	8,20	8,28
Población Económicamente Activa (Millones de personas)		3,02	3,11	3,39
PIB (millones de \$US)		8 527,0	8 729,1	9 000,0
Gastos en I+D (millones de \$US)		25,0	24,5	25,0
Gastos en I+D con relación al PIB		0,29%	0,28%	0,28%
Gastos en I+D por habitantes		3,06	2,99	3,02
Gasto en I+D por tipo de investigación				
Investigación Básica		50,0%	49,0%	45,0%
Investigación Aplicada		40,0%	39,0%	42,0%
Desarrollo Experimental		10,0%	12,0%	13,0%
Total		100,0%	100,0%	100,0%
Personal de Ciencia y Tecnología				
Personas Físicas	Investigadores	1 050	1 050	1 200
	Becarios I+D /doctorado	30	30	50
	Personal de apoyo	180	170	250
	Personal de servicios CyT	50	60	150
	Total	1 310	1 310	1 650
EJC	Investigadores	570	570	1 000
	Becarios I+D /doctorado	30	30	50
	Personal de apoyo	200	170	50
	Personal de servicios CyT	30	50	100
	Total	830	820	1 200
Patentes solicitadas de residentes		35	30	40
Patentes solicitadas de no residentes		180	245	260
Total de patentes solicitadas		215	275	300
Patente otorgadas a residentes				3
Patentes otorgadas a no residentes				7
Total de patentes otorgadas				10
Tasa de dependencia		5,1	8,2	6,5
Tasa de autosuficiencia		0,2	0,1	0,1
Coeficiente de invención		0,4	0,4	0,5
Publicaciones en SCI		105	75	
porcentaje del total mundial de publicaciones en SCI		0,011%	0,008%	

Fuente: El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/ Interamericanos 2002, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Buenos Aires, 2002.

2.3. Aproximación al Sistema Nacional de Innovación

El concepto del Sistema Nacional de Innovación (SNI) ofrece una perspectiva útil para abordar la naturaleza compleja del proceso de innovación tecnológica y otorga herramientas de juicio para analizar la problemática del desarrollo entendido como una transformación social integral. El enfoque de SNI, pone en relieve la importancia de aspectos que trascienden del ámbito económico, considerando especificidades culturales, institucionales y políticas de especial interés, así como el valor de las interacciones entre los diferentes agentes sociales. Interpretar el contexto actual boliviano en materia científica y tecnológica a la luz de este enfoque permite detectar no solo las debilidades existentes en el accionar individual de cada agente involucrado en la producción, difusión y uso de conocimientos, sino también, los elementos que obstaculizan el funcionamiento conjunto de los mismos y que por lo tanto limitan el desarrollo de innovaciones.

Para caracterizar un SNI, se hace necesario disponer de una herramienta que permita no solo identificar la estructura del sistema sino también las relaciones que se establecen al interior del mismo. Sin embargo, debido a la complejidad del proceso innovador y a la diversidad que caracteriza el enfoque de SNI, no existe una metodología sistemática de carácter general que sea lo suficientemente interpretativa para ser aplicada en diferentes ámbitos. Los trabajos más importantes realizados sobre el tema (Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson, 1993) si bien definen el papel de los diferentes elementos del sistema, no presentan ningún esquema de clasificación u agrupación que refleje la estructura del mismo y dejan la puerta abierta para que en función de consideraciones específicas, cada país describa su propio sistema de innovación.

En este sentido, lo que la literatura presenta son aproximaciones analíticas a modelos de Sistemas de Innovación, aunque no sean definidas como tal por los propios autores y, que aclaran enormemente la realidad. El Triángulo de Sábato (1968), la Triple Hélice de Etzkowitz (1990), las Redes Tecnoeconómicas de Callon (1990), son algunos ejemplos de dichas aproximaciones. Así mismo, Fernández de Lucio *et al.* (1996), proponen en su trabajo sobre las estructuras de Interfaz en el Sistema Español de Innovación (SEI) un modelo que sugiere la agrupación de los elementos de acuerdo a su actividad principal dentro del proceso de innovación. Según estos autores, la utilización de modelos analíticos, si bien introducen simplificaciones que no son para nada despreciables, ofrecen muchas ventajas al delimitar, aunque sea de forma

aproximada, los elementos a relacionar facilitando la interpretación de los aspectos que hacen a las relaciones del sistema. Este último modelo constituye la herramienta de análisis utilizada en el presente trabajo para caracterizar el SNI boliviano y se describe a continuación.

2.3.1. La descripción del modelo

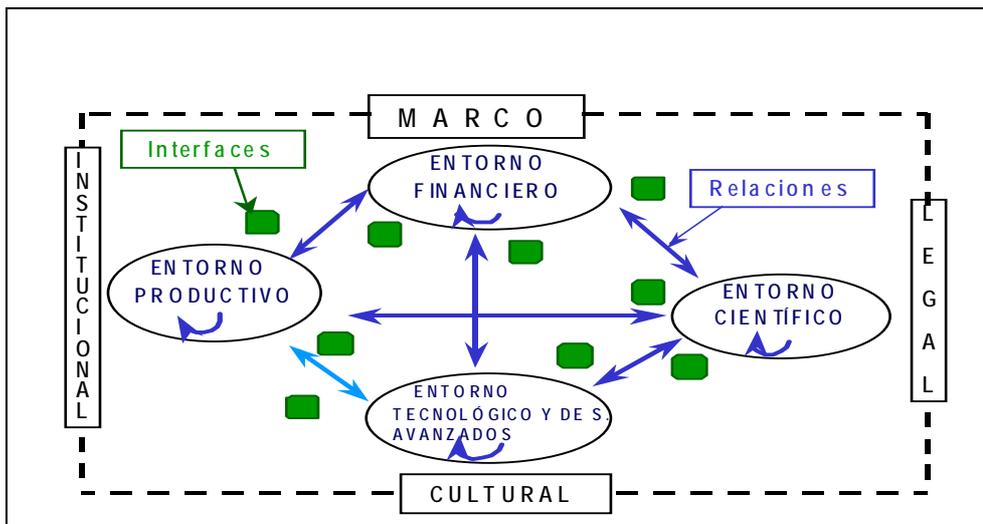
Fernández de Lucio *et al.* (1996) parten de la definición que sugiere Lundvall sobre Sistema Nacional de Innovación y establecen una división general en la cual identifican por una parte los elementos y por otra las relaciones.

Los elementos (empresas, centros de investigación, laboratorios tecnológicos, agentes financiadores, etc.), son los que caracterizan la estructura del sistema y representan los actores protagonistas dentro del proceso innovador. Estos elementos, según la función que cumplen en el sistema, son agrupados en diferentes entornos, cuya definición se deriva en gran parte de la estructura contemplada en el Triángulo de Sabato.

El modelo citado reconoce un número mayor de entornos en los que el criterio funcional que les atribuyó Sabato para definirlos, está sustituido por el institucional⁶⁴. El sistema de relaciones propuesto por Sabato es básicamente el mismo, pero se profundiza en las interrelaciones entre lo que él llama la infraestructura científico-técnica y la estructura productiva, que él ya presuponía como las de mayor complejidad, definiendo con ello un nuevo entorno, el tecnológico, y profundizando en el papel que desempeñan aquellas instituciones que favorecen las relaciones, es decir, las Estructuras de Interfaz (figura 2.1).

⁶⁴ Sabato, propone tres entornos generales (aunque no utiliza este término para definirlo), representados por el gobierno, la infraestructura científico tecnológica y la infraestructura productiva.

Figura 2.1. Modelo del Sistema de Innovación



Fuente: Fernández de Lucio, I. y Conesa, F. (Coordinadores), (1996). "Estructuras de Interfaz en el Sistema Español de Innovación. Su papel en la difusión de tecnología", Universidad Politécnica de Valencia, España.

Los elementos se agrupan de esta forma en cuatro grandes "subsistemas o entornos" (productivo, tecnológico, científico y financiero), que interactúan entre sí y con el mercado y las administraciones a lo largo del proceso de innovación, sin que pueda determinarse a priori el elemento o entorno en el cual se inicia cada innovación (Fernández de Lucio y Conesa, 1996). La descripción de cada entorno es la siguiente:

1. El entorno científico, es en el cual se realiza mayoritariamente la producción de conocimientos científicos y esta compuesto por los grupos de investigación de las universidades y organismos públicos y privados de investigación.
2. El entorno tecnológico, es el encargado del desarrollo de tecnologías, y esta representado por las unidades de I+D de las empresas, los centros tecnológicos, las asociaciones empresariales de investigación, las empresas de ingeniería y consultoría tecnológica, las empresas de bienes de equipo, etc.
3. El entorno productivo, es el dedicado a la producción de bienes y servicios aportando un valor añadido. Agrupa a las organizaciones empresariales productivas y de servicios.
4. El entorno financiero, es el que provee los recursos financieros necesarios a los elementos de los demás entornos para el desarrollo de sus respectivas actividades y en el cual se consideran las entidades privadas que ofrecen capital de riesgo para la innovación y las entidades públicas de las diversas

administraciones del Estado o los Municipios que otorgan subvenciones o créditos para el fomento de la actividad innovadora.

A diferencia del Triangulo de Sabato, en este modelo el gobierno no se encuentra representado explícitamente, pero su acción si se considera. Se reconocen el papel del gobierno en dos frentes fundamentales: como financiador de las actividades de I+D y como regulador de las mismas a través de la definición de un marco legal favorable para la actuación de los diferentes elementos del sistema. En este sentido, según la función que desempeñe, el gobierno se encuentra presente en el modelo bien sea como un elemento del entorno financiero o como regulador a través del marco legal e institucional.

El otro aspecto importante dentro del modelo lo constituye las interrelaciones que se desarrollan entre los elementos de un mismo entorno o entre elementos de entornos diferentes. Estas interacciones se analizan en función del tipo de actuaciones que las favorecen, los cuales a su vez asumen dos formas o mecanismos: las Estructuras de Interfaz (EDI) y los instrumentos de fomento de las interacciones.

Una Estructura de Interfaz es una unidad establecida en un entorno o en su área de influencia, que dinamiza en materia de innovación tecnológica a los elementos de dicho entorno o de otros, fomenta y cataliza las relaciones entre ellos. En el caso español, para el cual fue diseñado este modelo, los autores exponen como ejemplos de EDI, las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación, los Centros de Empresas de Innovación o los Centros de Innovación y Tecnología. Entre las actividades que desarrollan las EDI se mencionan las de información, difusión, relación y/o asesoramiento a los diferentes elementos del SNI.

Un instrumento de fomento de la interrelación es un incentivo o ayuda, cuyo objetivo es favorecer el desarrollo de actividades o de estructuras de cooperación, más o menos duraderas entre los elementos del Sistema de Innovación. Estos instrumentos pueden ser puestos en práctica por las administraciones, en el marco de sus políticas de I+D e innovación, por entidades sin ánimo de lucro que tratan de fomentar la innovación o pueden formar parte de la política de las propias instituciones universidades y organismos públicos de investigación.

Teniendo en cuenta la descripción anterior se procede a analizar el comportamiento de los diferentes actores involucrados en el proceso de innovación, así como la

naturaleza de las relaciones que se establecen entre ellos, con el objetivo de determinar la existencia o no de un SNI boliviano. Es necesario advertir que los datos que se disponen para abordar este análisis son muy escasos, hecho que de por sí revela una debilidad estructural del Sistema. En todo caso, lo que se pretende realizar es una mera aproximación al enfoque de SNI, reconociendo que una descripción más realista del mismo requiere de una investigación mucho más detallada. El objetivo de incluir este análisis en el presente trabajo, recae en el hecho de que el proceso de transformación de las universidades, así como las formas en que estas interactúan con el resto de los actores sociales depende fuertemente de elementos históricos propios de cada contexto y también de la configuración general del SNI en el que están insertas (Maeceau, 1997; Arocena y Sutz, 2001).

Inicialmente se presenta una descripción del marco legal e institucional que regula las actividades científicas y tecnológicas en Bolivia y posteriormente se analizan los componentes del Sistema, es decir, los entornos y las relaciones.

2.3.1.1. El marco legal e institucional

Al igual que en el resto de los países de América Latina, durante la década de 1990 en Bolivia se empezó a gestar un cambio institucional, reflejado en la creación de diversos organismos y en la definición de disposiciones legales orientadas a la institucionalización de la ciencia, la tecnología y la innovación en el ámbito nacional como estrategia básica para afrontar los retos competitivos derivados de la globalización de la economía. Es así como comienza a promulgarse una serie de decretos que dan origen al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCYT), definido como: “El conjunto de organismos, instituciones, personas naturales y jurídicas dedicadas a la administración, ejecución y aplicación de actividades científicas y tecnológicas, en particular la formación de recursos humanos, investigación, desarrollo, información, consultoría e ingeniería y utilización del conocimiento” (Decreto Supremo 22908/1991).

Dicho Sistema, está estructuralmente fundamentado por dos organismos de carácter nacional: el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, y la Secretaría Ejecutiva Nacional. El primero, es el órgano superior del SNCYT, es presidido por el Vicepresidente de la República y se ocupa de la formulación de políticas y la definición de planes en el campo de la ciencia y la tecnología, en base a la identificación de fortalezas, debilidades, necesidades, ofertas y demandas del área. Por otra parte, la

Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología-Comité Ejecutivo de la Universidad Boliviana (SICYT-CEUB), se encarga de la elaboración de políticas científicas y tecnológicas para el sistema universitario. Entre sus funciones se encuentran la coordinación de los institutos de investigación universitarios y el establecimiento de vínculos con todos los sectores del sistema científico y tecnológico.

Al mismo tiempo, el D.S. 22908/1991, en su artículo 12, crea el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONDECYT), el cual se estipula como el organismo financiero del SNCYT. Sin embargo, a pesar del respaldo jurídico-legal existente, este Fondo no llegó a conformarse en la práctica y a través de un decreto posterior (D.S. 24967/1998) se definió, que en tanto el FONDECYT no estuviera estructurado, el Tesoro General de la Nación asignaría las partidas presupuestarias requeridas por la SICYT-CEUB.

En este contexto, es conveniente destacar la participación de la Academia Nacional de Ciencias, un organismo asesor del gobierno nacional creado en 1960 y conformado por 32 académicos activos del país, la cual actúa en el sistema como un organismo consultivo. El sector privado participa en el sistema nacional de ciencia y tecnología a través del envío de representantes a la SICYT-CEUB y al CONACYT.

En términos generales, las normas jurídicas que sirven de marco para el desarrollo de las actividades científicas y tecnológicas en Bolivia están contenidas fundamentalmente en las siguientes leyes y decretos:

- Decreto Supremo 05582, aprobado el 23 de septiembre de 1960 y que establece la creación y funcionamiento de la Academia Nacional de Ciencias, como institución rectora de la actividad científica estatal.
- Decreto supremo 15111, aprobado el 17 de noviembre de 1977 por medio del cual se crea el Sistema Nacional para el Desarrollo Científico y Tecnológico (SINDECYT).
- Decreto Supremo 22908, aprobado el 23 de septiembre de 1991, que crea el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCYT).
- Decreto Supremo 24967, aprobado el 2 de marzo de 1998, que modificó el Decreto anterior para adecuarlo a la Ley 1788 de Organización del Poder Ejecutivo, instrumentando una nueva composición del CONACYT y creando la Secretaría Ejecutiva del CONACYT, entre otras acciones.
- Ley de Fomento de la Ciencia, Tecnología e Innovación, aprobada el 8 de junio del 2001, que prevé las bases para el desarrollo científico, tecnológico e

innovación, con el objetivo de favorecer y orientar la acción de universidades empresarios, entidades gubernamentales, investigadores y otras instancias relacionadas con la ciencia y la tecnología.

2.3.1.2. El entorno científico

Siguiendo el modelo referido, el entorno científico boliviano esta compuesto por las universidades y los centros o institutos de investigación (gubernamentales, universitarios y privados). En términos generales, se distinguen a las universidades públicas agrupados en el Sistema Universitario Boliviano (SUB)⁶⁵ y, las instituciones de educación superior de carácter privado (cuadro 2.4), de las cuales algunas están adscritas a la Asociación Nacional de Universidades Privadas (ANUP).

Cuadro 2.4. Indicadores de educación superior (2002)

INDICADORES	CIFRAS
Número de universidades (SUB)	12
Número de universidades privadas	47 (24 ANUP)
Matricula en universidades públicas	250,000
Matricula en universidades privadas	50,000

Fuente: BCB, INE, Min. Hacienda, CEPB, CEUB, Telleria, J.L. (2002)

Las universidades públicas se distribuyen en todo el territorio nacional. El SUB agrupa al 83% de la población universitaria, de la cual aproximadamente el 10% se encuentra en el campo de la ingeniería y la tecnología y el mayor porcentaje en las áreas de las ciencias sociales y de las ciencias de la salud (cuadro 2.5).

Por otra parte, los centros de investigación existentes en su mayoría de carácter público y se encuentran adscritos principalmente a las universidades y a los diferentes ministerios. Las 12 universidades del SUB cuentan con un total de 141 centros de I+D, que representa el 77% del total, mientras que el sector gubernamental agrupa 25 centros, que representan el 15%. Los centros de I+D del sector privado

⁶⁵ El SUB es el sistema de educación superior constituido por las Universidades Públicas Autónomas e iguales en jerarquía: San Francisco Xavier de Chuquisaca, San Andrés de La Paz, San Simón de Cochabamba, Autónoma Tomas Frías de Potosí, Técnica de Oruro, Gabriel René Moreno de Santa Cruz, Juan Misael Saracho de Tarija; Técnica del Beni, Nacional Siglo XX de Llallagua y Amazónica de Pando. El SUB incluye además, a la Escuela Militar de Ingeniería y la Universidad Católica Boliviana.

(correspondientes a empresas y ONG's) solo alcanzan la cifra de 17 y representan el 8% (cuadro 2.6).

Cuadro 2.5. Número de titulados según áreas de conocimiento

Área de conocimiento	1997		1998		1999		2000		2001	
	Valor Abs.	%								
Ciencias Naturales y Exactas	291	6,13	212	4,05	310	5,69	405	5,81	410	6,94
Ingeniería y Tecnología	519	10,93	731	13,98	660	12,12	810	11,63	600	10,15
Ciencias de la Salud	1 487	31,31	1 328	25,40	1 382	25,38	1 660	23,83	1 600	27,07
Ciencias Agrícolas	379	7,98	443	8,47	525	9,64	700	10,05	700	11,84
Ciencias Sociales	1 796	37,82	2 107	40,29	2 072	38,05	2 797	40,15	2 000	33,84
Humanidades	277	5,83	408	7,80	496	9,11	595	8,54	600	10,15
Total	4 749	100	5 229	100	5 445	100	6 967	100	5 910	100

Fuente: El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/ Interamericanos 2002, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Buenos Aires, 2003.

Cuadro 2.6. Centros e institutos de investigación por sector (2002)

SECTOR	AREA CIENTÍFICA DE INVESTIGACION					
	Cs. exactas y naturales	Ingeniería tecnología	Ciencias de la salud	Ciencias agrarias	Cs. sociales y humanidades	Total
Centros públicos (Gubernamentales)	6	2	10	4	3	25
Centros privados y ONG's	3	2	4	1	7	17
Centros de I+D universitarios	25	36	22	24	34	141
Total	34	40	36	29	44	183

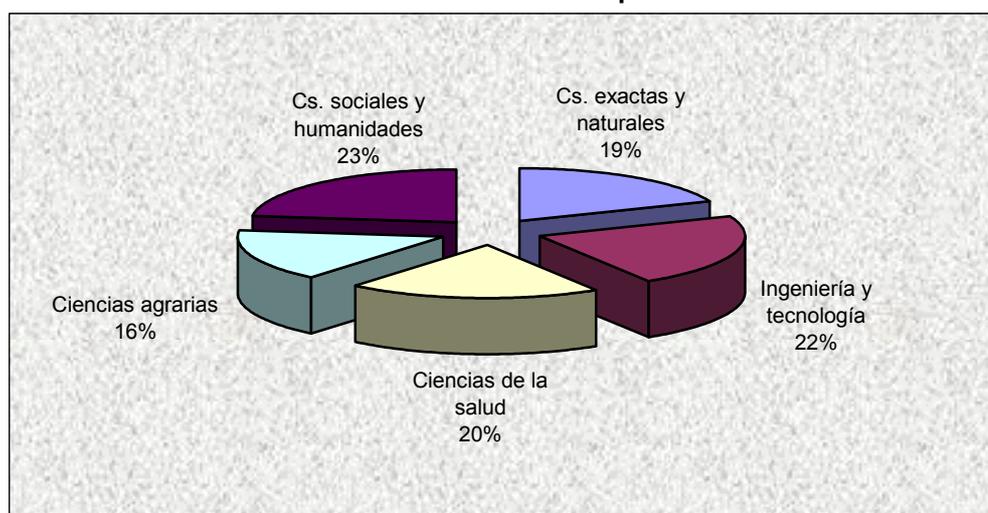
Fuente: Telleria, J.L. (2002) y elaboración propia.

Si se tiene en cuenta que el número total de investigadores existentes en Bolivia para el año 2001 ascendía a 1200 (ver cuadro 2.3), en promedio cada centro o instituto de investigación tendría menos de 7 investigadores, lo cual puede utilizarse como un indicador del reducido tamaño de los mismos.

En general se observa una distribución casi uniforme de los centros de I+D en relación con las áreas de conocimiento, sobresaliendo el campo de las ciencias sociales y humanidades que concentra el 23% del total (gráfico 2.2).

La distribución geográfica de los centros e institutos de investigación presenta una marcada concentración en los tres principales departamentos (La Paz, Santa Cruz y Cochabamba), las cuales en conjunto agrupan el 65% del total. El porcentaje restante se distribuye en los otros 6 departamentos del país, siendo Chuquisaca el de mayor número con 14 centros y Pando el de menor con solamente uno (cuadro 2.7).

Gráfico 2.2. Distribución de los centros de I+D por áreas de conocimiento



Fuente: Telleria, J.L. (2002) y elaboración propia

Cuadro 2.7. Centros e institutos de investigación por Departamento (2002)

DEPARTAMENTO	AREA CIENTÍFICA DE INVESTIGACION					Total
	Cs. exactas y naturales	Ingeniería y tecnología	Ciencias de la salud	Ciencias agrarias	Cs. sociales y humanidades	
LA PAZ	17	14	14	3	14	62
SANTA CRUZ	3	6	3	8	5	25
COCHABAMBA	7	11	4	4	6	32
CHUQUISACA	1	2	6	1	4	14
TARIJA	4	3	-	3	2	12
POTOSI	2	2	3	1	5	13
ORURO	-	2	2	1	3	8
BENI	-	-	4	7	5	16
PANDO	-	-	-	1	-	1
TOTAL	34	40	36	29	44	183

Fuente: Telleria, J.L. (2002) y elaboración propia

Los datos presentados hasta el momento otorgan una relativa claridad sobre la cantidad de los elementos que conforman el entorno científico, pero no dan luces sobre la intensidad de sus actividades ni la calidad de las mismas. El análisis de estos últimos aspectos es fundamental para la aproximación al concepto de Sistema de

Innovación, razón por la cual se aborda seguidamente a través de una serie de indicadores como: gasto en I+D, personal dedicado a las labores de I+D y resultados de las labores científicas. Estos indicadores, si bien no son todos los que se tendrían que considerar para estudiar los aspectos antes mencionados, son los únicos de los cuales se dispone información comparativa y, se encuentran disponibles en la RICYT⁶⁶.

La distribución de los gastos en I+D por sectores de financiamiento y ejecución, constituyen indicadores interesantes en la medida en que clarifican de cierta forma los flujos y vínculos dentro del Sistema, identificando quien financia y quien ejecuta las actividades de I+D. En este sentido, Bolivia exhibe un comportamiento particular, incluso en el contexto latinoamericano. El 50% de los gastos en I+D realizados en Bolivia durante el 2001, fueron financiados por el sector universitario, mientras que las empresas participaron en el 11% (cuadro 2.8). Un comportamiento similar se evidenció desde el punto de vista de la ejecución de los gastos, actividad en la cual las universidades concentraron el 60% y las empresas nuevamente el 11% (cuadro 2.9).

Cuadro 2.8. Gastos en I+D por sector de financiamiento (2001)

	Bolivia	América Latina y el Caribe	Iberoamérica	Estados Unidos	Mundo
Gobierno	19,0%	56,3%	53,2%	25,9%	28,9%
Empresas	11,0%	34,3%	38,2%	68,5%	64,5%
Educación Superior	48,0%	7,4%	4,5%	2,4%	3,3%
Org.priv.sin fines de lucro	15,0%	0,4%	0,8%	3,2%	2,3%
Extranjero	7,0%	1,6%	3,3%		1,1%

Nota: Los datos de los subtotales de América Latina, Iberoamérica y Total son estimados.

Fuente: El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/ Interamericanos 2002, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Buenos Aires, 2003.

Cuadro 2.9. Gastos en I+D por sector de ejecución (2001)

	Bolivia	América Latina y el Caribe	Iberoamérica	Estados Unidos	Mundo
Gobierno	19,0%	24,6%	21,6%	6,8%	8,2%
Empresas	11,0%	36,2%	39,9%	74,5%	72,1%
Educación Superior	60,0%	37,5%	36,4%	14,2%	16,6%
Org.priv.sin fines de lucro	10,0%	1,6%	2,2%	4,5%	3,0%

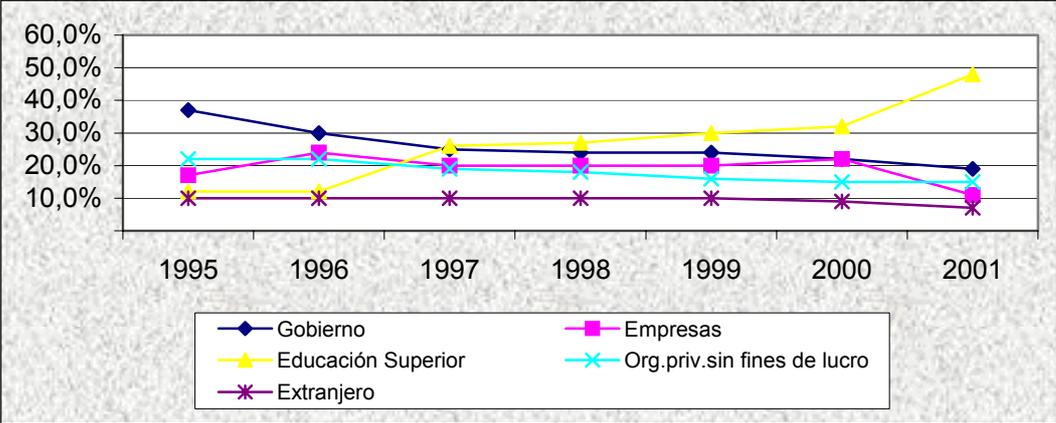
Nota: Los datos de los subtotales de América Latina, Iberoamérica y Total son estimados.

Fuente: El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2002, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Buenos Aires, 2003.

⁶⁶ La metodología utilizada por la RICYT para definir los indicadores de ciencia y tecnología se derivan del Manual de Frascati de la OCDE, cuya primera versión fue realizada en 1963 y, de la "Guía de las Estadísticas Relativas a la Ciencia y la Tecnología publicada por UNESCO en 1984.

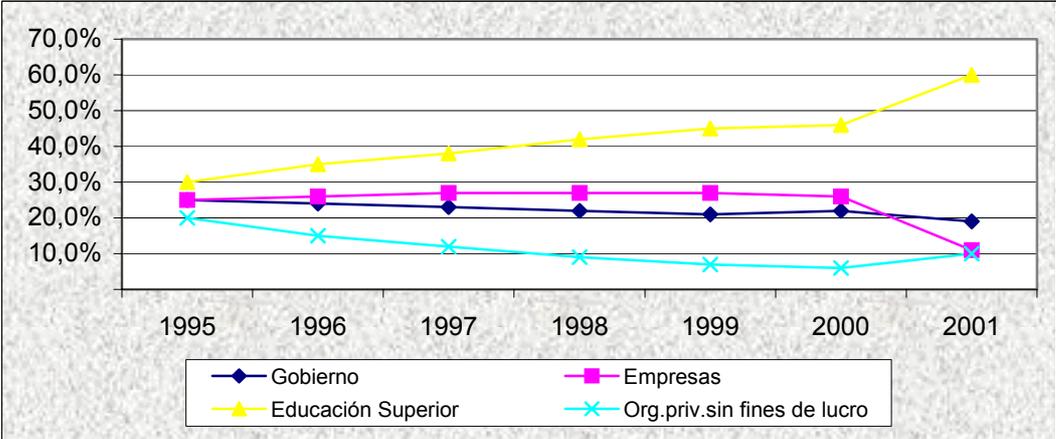
Esta distribución ha sido casi uniforme en los últimos años, especialmente en lo concerniente a la participación empresarial, tanto en la financiación como en la ejecución de los gastos en I+D (la cual se ha mantenido en promedio entre el 15 y el 25% en ambos casos). No obstante, la participación del gobierno y del sector universitario ha presentado algunas variaciones interesantes. En la última década se ha observado una pérdida gradual de participación del sector gubernamental, en contraposición con el incremento paulatino de la participación universitaria en ambos frentes (financiación y ejecución). Si se tiene en cuenta que durante la segunda mitad del siglo XX el gasto de I+D por habitante ha permanecido constante, es posible inferir que la participación que ha perdido el gobierno ha sido asumida por la universidad, lo cual en todo caso continúa siendo en gran parte financiamiento público si se considera que el mayor número de centros de I+D se encuentran adscritos a las universidades reconocidas en el SUB (gráfico 2.3 y 2.4).

Gráfico 2.3. Evolución de los gastos de I+D por sector de financiamiento



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de RICYT

Gráfico 2.4. Evolución de los gastos de I+D por sector de ejecución



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de RICYT

Los indicadores anteriores muestran una realidad preocupante. En primer lugar, la alta concentración de los gastos en I+D en un solo sector, tanto en la financiación como en la ejecución, no favorece el comportamiento sistémico de los procesos de generación, difusión y utilización de conocimientos, es decir, la configuración y funcionamiento del Sistema Nacional de Innovación. En segundo lugar, la distribución de los gastos en I+D que presenta Bolivia es muy disímil de la media latinoamericana y mucho más si se compara con el comportamiento de las naciones desarrolladas. En términos generales, un sistema de innovación es más fuerte si la mayor parte de los gastos en I+D son financiados y ejecutados por el sector empresarial, ya que de esta forma se asegura que los resultados generados aporten mayor valor agregado a la economía en términos de desarrollo de nuevos productos y procesos. La estructura de financiación que exhibe Bolivia indica la poca disposición que tiene las empresas para el desarrollo de actividades de I+D, aspecto fundamental para el posicionamiento competitivo en el contexto actual⁶⁷. La alta participación de las universidades, en comparación con el bajo nivel empresarial, puede condicionar una débil articulación entre las actividades de I+D y las necesidades reales del sector productivo, es decir, una forma de producción del conocimiento alejada del contexto de la aplicación.

Así mismo, Bolivia cuenta con un escaso número de profesionales dedicados a las labores de investigación. Como se observa en el siguiente cuadro (2.10), en el año 2000 el número de investigadores equivalentes a jornada completa (EJC) por cada 1000 integrantes de la población económicamente activa, estaba alrededor de 0.19, mientras que en América Latina este indicador era de 0.66, en Iberoamérica 1.10 y el promedio mundial era de 4.14.

⁶⁷ En este sentido, el Observatorio de Ciencia y Tecnología de los Países Bajos (1998), realizó un estudio a través del cual clasificó a los países de la OCDE en tres categorías: *grupo líder*, *grupo medio* y *grupo de seguidores*. Los países pertenecientes al grupo líder (Estados Unidos, Japón, Francia, Alemania y el Reino Unido) se caracterizan porque la mayoría de los gastos (algo más que el 60%) en I+D son financiados por las empresas industriales y comerciales, y el gobierno solo participa en la tercera parte de los mismos.

Cuadro 2.10. Investigadores por cada mil habitantes de la PEA

		1998	1999	2000
Argentina	Personas Físicas	2,51	2,56	2,64
	EJC	1,67	1,67	1,67
Bolivia	Personas Físicas	2,23	2,03	1,89
	EJC	0,20	0,20	0,19
Brasil	Personas Físicas			1,41
	EJC			0,81
Chile	Personas Físicas	1,23	1,21	1,23
	EJC	1,06	1,05	1,08
Colombia	Personas Físicas	0,31	0,33	0,34
	EJC	0,22	0,23	0,23
Cuba	Personas Físicas	1,21	1,18	1,15
Ecuador	Personas Físicas	0,31		
	EJC	0,22		
España	Personas Físicas		6,70	
	EJC	3,52	3,54	4,27
Honduras	Personas Físicas			0,22
México	Personas Físicas			
	EJC	0,56	0,55	
Nicaragua	Personas Físicas			
	EJC			
Panamá	Personas Físicas	0,78	0,45	0,40
	EJC	0,43	0,26	0,26
Paraguay	Personas Físicas			
	EJC			
Uruguay	Personas Físicas		1,84	1,90
	EJC		0,59	0,61
Venezuela	Personas Físicas		0,43	0,45
América Latina y el Caribe	Personas Físicas	1,16	1,17	1,22
	EJC	0,64	0,64	0,66
Iberoamérica	Personas Físicas	1,69	1,73	1,78
	EJC	0,99	0,99	1,09
Estados Unidos	Personas Físicas		13,94	
	EJC		8,32	
Total	Personas Físicas	6,47	6,49	6,46
	EJC	3,94	3,95	4,14

Nota: Los datos de los subtotales de América Latina y el Caribe, Iberoamérica y Total son estimados.

Argentina, Chile y Paraguay: Investigadores incluye a Becarios de I+D.

EJC: Equivalentes jornada completa. Se calcula considerando para cada persona únicamente la proporción de su tiempo que dedica a I+D por año.

Fuente: El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2002, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Buenos Aires, 2003.

De los investigadores reconocidos en Bolivia en el año 2001, el 20% poseía titulación con grado de doctor, el 40% poseía un título de magíster, el 30% una titulación universitaria de primer nivel (licenciado, ingeniero o equivalente) y el 10% restante

poseía diplomas terciarios (post-secundarios) no universitarios⁶⁸ (cuadro 2.11). Estas cifras, evidencian una gran debilidad del Estado boliviano y constituye una de las razones principales de su rezago económico. Tellería (2002), manifiesta que para que Bolivia alcance un nivel competitivo debería tener por lo menos 4150 investigadores, es decir, 500 por cada millón de habitantes⁶⁹. Lo anterior implica la necesidad de formar 3000 investigadores más (con títulos de postgrados) durante los siguientes 10 años.

Cuadro 2.11. Investigadores bolivianos por nivel de formación (2001)

Nivel de Formación	%
Doctorado	20,0%
Maestría	40,0%
Licenciatura o equivalente	30,0%
Terciario no universitario	10,0%
Otros	

Fuente: El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/ Interamericanos 2002, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Buenos Aires, 2003.

Otro elemento que refleja la deficiencia de profesionales de alto nivel también son los resultados de las actividades científicas, medidos a través de las publicaciones en revistas internacionales. El volumen de artículos registrados en el Science Citation Index (SCI)⁷⁰ en el año 2000 asciende a 988.156, de los cuales solamente 75 se generaron en Bolivia, es decir, el 0.0075% mundial y el 0.26% de América Latina y el Caribe (ver cuadro 2.12). Esta cifra ubica a Bolivia en una posición desfavorable, no solo frente a los países desarrollados, sino también frente a los países vecinos, relegándola al último lugar en materia de producción científica entre los países de la comunidad andina.

Desafortunadamente no se cuenta con información consolidada referente a los recursos (físicos, humanos, técnicos y financieros) con que disponen los centros de investigación, ni tampoco la cantidad de proyectos de I+D que realizan y las características de los mismos. En este orden de ideas, si bien los indicadores

⁶⁸ La clasificación por nivel de titulación esta basada en la Norma Internacional de Clasificación de la Educación ISCED (UNESCO, 1997).

⁶⁹ Esta cifra no es elevada si se tiene en cuenta que el número de investigadores por millón de habitantes es de 6000 en Japón, 4.500 en Estados Unidos y 2000 en España.

⁷⁰ *Science Citation Index* es una base de datos multidisciplinaria producida por el Instituto para la Información Científica (ISI, por sus siglas en ingles), la cual reúne aproximadamente unas 5300 revistas de tecnología, medicina, ciencias de la vida y medio ambiente.

anteriores no son suficientes para realizar una caracterización precisa del entorno científico boliviano, si reflejan deficiencias importantes del mismo que deben ser tenidas en cuenta. La carencia de investigadores de alto nivel, así como el bajo índice de resultados de las actividades científicas constituyen serias falencias para el SNI, sin mencionar la escasa vinculación del sector empresarial en la financiación y ejecución de las actividades de I+D, aspecto que restringe los beneficios económicos de los exiguos esfuerzos realizados.

Cuadro 2.12. Publicaciones en Science Citation Index

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Argentina	2 476	2 719	3 159	3 820	4 262	4 426	4 862	5 121
Barbados	42	32	47	35	50	43	46	39
Bolivia	65	70	62	60	86	85	105	75
Brasil	4 908	5 538	6 727	7 401	8 972	10 176	11 759	12 895
Canadá	35 547	36 112	37 516	37 572	37 845	36 716	38 292	38 940
Chile	1 404	1 412	1 629	1 739	1 770	1 843	2 078	2 282
Colombia	237	300	358	459	545	559	608	734
Costa Rica	173	212	177	249	281	240	220	223
Cuba	284	284	355	421	435	542	682	647
Ecuador	48	81	94	82	115	104	103	136
El Salvador	10	6	4	14	14	4	6	17
España	15 376	16 274	18 379	20 080	22 077	23 780	25 041	24 951
Estados Unidos	286 408	292 285	303 585	306 020	308 719	304 233	316 018	321 668
Guatemala	74	57	57	62	64	64	69	64
Guyana	11	6	10	8	10	9	10	9
Haití	13	8	7	5	8	9	6	12
Honduras	17	22	17	20	27	30	26	26
Jamaica	326	372	288	312	269	298	292	266
México	2 497	2 693	3 261	3 693	4 129	4 549	4 942	5 215
Nicaragua	18	20	12	21	30	23	25	26
Panamá	139	151	126	144	133	141	162	162
Paraguay	12	12	17	28	20	24	23	30
Perú	169	130	177	180	173	183	186	228
Portugal	1 377	1 609	1 918	2 087	2 489	2 804	3 429	3 608
República Dominicana	24	21	14	34	27	23	29	49
Trinidad y Tobago	99	107	94	84	84	108	101	108
Uruguay	161	157	201	245	293	320	353	351
Venezuela	757	709	736	886	972	1 065	1 071	1 179
América Latina y el Caribe	13 596	14 692	17 072	19 265	21 955	23 931	26 706	28 657
Iberoamérica	29 839	32 010	36 636	40 549	45 513	49 353	53 820	55 661
Total	761 459	799 838	858 970	900 303	938 021	945 768	974 937	988 156

Fuente: El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2002, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Buenos Aires, 2003.

2.3.1.3. El entorno tecnológico

Este entorno agrupa a todas aquellas organizaciones que le ofrecen apoyo tecnológico a las empresas del sector productivo (institutos tecnológicos, empresas de consultoría e ingeniería, empresas de instrumentación y servicios de análisis), así como aquellas empresas dedicadas a la producción de bienes de equipo. Este entorno es uno de los más débiles en el contexto boliviano, aspecto que se refleja en gran medida por la carencia de información consolidada relacionada con el mismo. La mayor parte de los institutos tecnológicos existentes se encuentran adscritos a la red de universidades públicas y un porcentaje considerable a las dependencias ministeriales del gobierno. En La Paz, por ejemplo, de los 20 institutos tecnológicos existentes, 15 son universitarios, 3 del sector gubernamental y solamente 2 de carácter privado. Una distribución similar se observa en el departamento de Cochabamba, donde la mayor parte de los institutos pertenecen a la Universidad Mayor de San Simón (cuadro 2.13).

Cuadro 2.13. Institutos de apoyo tecnológico

Departamento	Carácter	Número
La Paz	Gubernamental	3
	Universitario	15
	Privado	2
Cochabamba	Gubernamental	3
	Universitario	9
	Privado	1

Fuente: Elaboración propia, a partir de Tellería (2002)

Las deficiencias de este entorno no solo están relacionadas con el número de elementos que lo conforman sino también con la débil actuación de los mismos. La capacidad instalada de los institutos tecnológicos existentes en las universidades asciende a los 100 millones de dólares, sin embargo, no han logrado desarrollar paquetes tecnológicos pertinentes a las necesidades del sector productivo y las empresas desconocen casi por completo el potencial tecnológico existente en las universidades (CONACYT, 2003).

Con relación a las empresas de bienes de equipo y a las firmas de ingeniería y consultoría, la situación es bastante similar. En el departamento de La Paz es donde se registran mayor número de estas organizaciones, 27 en total, de las cuales el 63% se desempeñan en las áreas de instrumentación, ingeniería y servicios técnicos y el 37% restante son firmas consultoras, especialmente en temas medioambientales y estudios de mercado (cuadro 2.14).

De lo anterior se deduce que otra debilidad del entorno tecnológico es la escasez de empresas fabricantes de bienes de equipos, ingeniería y consultoría tecnológica, hecho que supone en sí una penalización a la difusión del conocimiento, ya que éstas organizaciones son las involucradas directamente en la generación y difusión de tecnología.

Cuadro 2.14. Empresas de bienes de equipo y firmas consultoras en el Departamento de La Paz

Categoría	Área	Empresas
Empresas de Bienes de equipo e Ingeniería	Instrumentación	6
	Ingeniería	3
	Servicios técnicos	4
	Materias Primas	4
Firmas consultoras	Medio Ambiente	2
	Estudios de Mercado	2
	TIC	1
	Productos Lácteos	1
	Varios	4

Fuente: Elaboración propia a partir de INFOBOL (Centro Nacional de Información Empresarial)

En resumen se puede decir, que este entorno se caracteriza en primer lugar, por contar con una estructura de institutos tecnológicos públicos, con bajos recursos humanos y materiales y, que además en la mayor parte de los casos se encuentran desconectados de las necesidades reales del sector productivo y en segundo lugar, por la existencia de un conjunto muy reducido de empresas de bienes de equipo, ingeniería y consultoría, las cuales en teoría presentan mayor dinamismo tecnológico.

2.3.1.4. El entorno productivo

La estructura productiva boliviana se encuentra conformada fundamentalmente por empresas de tamaño reducido, cuya plantilla laboral esta conformada por menos de 50 personas. Según los datos preliminares, derivados de la encuesta manufacturera que realiza el Instituto Nacional de Estadística de Bolivia, para el año de 1998 el sector manufacturero contaba con 1.567 organizaciones productivas de las cuales solamente el 15% tenia más de 50 trabajadores. El número total de empresas es bastante reducido, si se tiene en cuenta que en un país con un nivel de desarrollo medio, como

España, y una región, como la Comunidad Valenciana, posee más de 25.000 establecimientos industriales que ocupan entre 6 y 49 trabajadores (cuadro 2.15).

Cuadro 2.15. Número de establecimientos en la industria manufacturera según tramo de empleo

Número de trabajadores	1995	1996	1997	1998 (p)
5 - 14	1.257	1.245	1.158	1.007
15 - 49	341	333	338	326
50 y más	215	230	229	234
TOTAL	1.813	1.808	1.725	1.567

Fuente: INE Bolivia

P: preliminar

Adicionalmente, el mayor número de empresas manufactureras se encuentran en sectores económicos tradicionales, poco intensivos en conocimiento y tecnología (muebles, madera, alimentos, confecciones, textiles, bebidas, etc.), mientras que los sectores con mayor valor agregado (maquinaria industrial, equipo electrónico, etc) tienen una precaria representación empresarial y en muchos casos inexistente.

Las pequeñas y medianas empresas desempeñan una labor crucial en la competencia mundial. Si bien se pensaba que ésta requería de grandes unidades de producción, la historia industrial de los últimos dos decenios ha demostrado con claridad que las PYMES no son agentes marginales de la dinámica competitiva, sino por el contrario, unidades económicas de gran importancia no solo en el campo social, por los empleos que genera, sino también por su papel en el incremento de los niveles competitivos de la economía. Las PYMES han demostrado tener mayor flexibilidad y capacidad de cambio en relación con las grandes empresas, característica que hoy día representa un factor determinante para sobrevivir y desarrollarse en el mercado (Acs *et al.*, 1996).

Los aspectos anteriores se cumplen cabalmente en Bolivia. Las pequeñas y medianas empresas ocupan actualmente al 87% de la población económicamente activa (PEA), del sector industrial, porcentaje históricamente superior al resto de los países de América Latina, y aportan cerca del 24% del PIB nacional. Adicionalmente, las pequeñas empresas se han convertido en centros de enseñanza, formación, capacitación y desarrollo de aptitudes y, en muchos casos, en centros de transmisión de la cultura (Mendoza, 2002). No obstante, a pesar de que se reconoce la relevancia social y económica de la PYME, así como su capacidad innovadora, ésta tiene, en los

países en vías de desarrollo, limitaciones para definir y ejecutar estrategias de innovación (Kaufmann y Tesfayohannes, 1997). Por ello se han realizado estudios sobre su situación para que a partir de ellos, se puedan establecer programas de fomento y promoción de sus capacidades innovadoras.

En el caso boliviano, la única referencia encontrada en este sentido, la representa el estudio de Aguirre y Kaufmann (2003), realizado entre 1996 y 1997, en el cual, a partir de un cuestionario aplicado a 1000 empresas industriales de entre 5 y 29 empleados, se definieron los principales obstáculos para el desarrollo tecnológico del sector PYME.

Según el estudio citado anteriormente, los principales problemas, reconocidos por los empresarios, que limitan el desarrollo de los establecimientos industriales son los siguientes:

1. Problemas económicos y financieros
2. Problemas técnicos y productivos
3. Problemas de información
4. Problemas con los servicios
5. Problemas con las disposiciones legales
6. Problemas para la exportación

El primer punto hace referencia a las dificultades existentes para conseguir recursos financieros orientados hacia el desarrollo de proyectos de innovación. En general, el mercado financiero boliviano no es capaz de apoyar las actividades y proyectos innovadores empresariales. Tal dificultad se evidencia en dos situaciones específicas: la escasa vinculación del sistema bancario en el financiamiento de la innovación y la inexistencia de una industria de capital de riesgo, orientada hacia el desarrollo de innovaciones de productos y creación de empresas de base tecnológica. Estos elementos se abordan más detenidamente en el análisis del entorno financiero.

Los problemas técnicos y productivos se derivan fundamentalmente de la ausencia de personal calificado al interior de las empresas. Aguirre *et al.* (2003), resalta que el 20% de los empresarios encuestados no lograron identificar las causas de sus problemas técnicos y productivos, lo cual hace suponer que tienen una debilidad de carácter gerencial, por falta de preparación o vinculación con entidades externas (especialistas, consultores, etc.) que puedan ayudarles a identificar con claridad los problemas que

les afectan. Más grave aún, del estudio citado se desprende que solamente el 25% del personal ha recibido entrenamiento (técnico y administrativo) en los últimos tres años, significando con ello que el desarrollo de nuevas capacidades se encuentra en un nivel muy bajo. Así mismo, los empresarios no valoran, dentro de las características de su personal, habilidades como la capacidad investigadora, el manejo de la información, la capacidad de comunicación, el dominio de varios idiomas y la capacidad de liderazgo, las cuales representan elementos claves en el proceso de innovación. Este hecho se suma a lo planteado por Mendoza (2002), en el sentido de que al menos el 86% de la población ocupada en Bolivia no ha recibido ninguna capacitación laboral por parte del sistema educativo estatal, siendo la pequeña empresa la instancia de formación y capacitación por excelencia, lo cual si bien contribuye a la transmisión de saberes y experiencias prácticas acumuladas, no incrementa la capacidad de absorción del aparato productivo, es decir, su potencial para incorporar conocimientos tecnológicos desarrollados bien sea dentro del SNI o a nivel externo por otros países.

Los problemas de información constituyen después del acceso a los recursos financieros, la mayor desventaja que tienen las PYMES con respecto a las grandes empresas. La información es un recurso indispensable en las organizaciones empresariales para tomar decisiones, especialmente en periodos de cambio. El conocimiento del entorno, es imprescindible para diseñar el itinerario de la empresa. Las empresas necesitan información sobre el mercado de su producto y de los substitutivos, de la competencia, de los proveedores y los clientes. También necesitan información económica sobre la coyuntura, las finanzas, la evolución de la mano de obra, etc. (Abuchaibe *et al.*, 2003). No obstante los directivos de las PYMES tienen menos posibilidades de acceder a ella por condiciones de oportunidad y costo. Los resultados del estudio de Aguirre *et al.* (2003), revelan que las PYMES bolivianas no tienen suficiente información sobre el mercado, la competencia y los avances tecnológicos, en gran parte por la falta de vinculación de las empresas con instituciones de apoyo o fuentes de información externas. De hecho la mayoría de las empresas bolivianas busca información sobre alternativas tecnológicas en ferias y eventos, pocas se suscriben a revistas especializadas o acopian información a través de convenios de cooperación con otros agentes (empresas, universidades, centros de investigación, organismos públicos, instituciones extranjeras, etc.).

El cuarto problema se relaciona con la provisión de los servicios. El incremento de la competitividad es un proceso que si bien comienza a nivel de empresa, con la formulación de estrategias adecuadas y la modernización tecnológica de los procesos

productivos, no se agota en esta dimensión y requiere el avance en otras áreas de interés en las cuales la organización no tiene ninguna incidencia. La adecuación y desarrollo de la infraestructura, relacionada con las comunicaciones, los servicios públicos, las redes de transporte, etc., se menciona generalmente como un factor determinante de la competitividad de un territorio y su provisión es una responsabilidad del Estado. En este sentido, los empresarios consultados en el estudio de Aguirre *et al.* (2003), reconocieron como obstáculo para su desarrollo empresarial el déficit existente en materia de cobertura y calidad de los servicios públicos. Se espera que partir del proceso de privatización emprendido en Bolivia en los últimos años los servicios públicos alcancen una mejora considerable.

El quinto problema hace referencia a un factor que si no es tratado adecuadamente se convierte en un obstáculo importante para el desempeño de las PYMES: el marco político e institucional en el cual se desenvuelven. Tradicionalmente, en este nivel se han evidenciado una serie de debilidades que han limitado el desarrollo del sector PYME, relacionadas fundamentalmente con la descoordinación institucional al momento de establecer estrategias de promoción, la falta de representatividad política del sector y la carencia de instituciones de apoyo, que promuevan la consolidación de estas unidades en la economía regional y nacional. En Bolivia el sector empresarial ha sido, en general poco consultado al momento de diseñar y formular las disposiciones legales que les afectan. Cerca del 15% de las empresas consultadas en el estudio de Aguirre *et al.* (2003), manifestaron tener dificultades con el manejo de la legislación referida a la propiedad intelectual y con la legislación sobre contaminación ambiental, de esta forma no se encuentran preparadas para ajustarse a las mismas, generando con ello problemas futuros serios.

Por ultimo, los empresarios tienen poco dominio sobre la problemática de la exportación, lo que constituye una limitante en el proceso de desarrollo de sus establecimientos. Un 49% de los empresarios desconoce por completo los mercados externos y no tienen conocimiento de los trámites administrativos necesarios para exportar (Aguirre *et al.*, 2003). Este hecho, es también un reflejo de las deficiencias que en materia de información tienen las PYMES bolivianas. La falta de información sobre mercados externos y las dificultades logísticas asociadas a los procesos de comercio exterior representan uno de los obstáculos principales para la exportación. Los costos asociados a la identificación de nuevos mercados y a la consecución de la información necesaria para acceder a ellos constituyen un rubro significativo en la

estructura de costos de las empresas, sin mencionar que para algunas, el simple acceso a las fuentes de información es una tarea difícil.

Además de los aspectos anteriormente mencionados, el estudio, revela otros datos de interés. Solamente el 13% de las empresas disponen de unidades de investigación y desarrollo o de ingeniería de diseño. Este porcentaje es muy bajo si se tiene en cuenta que estas unidades constituyen una de las principales fuentes internas de innovación para la empresa. No obstante, a pesar de la cifra anterior, cerca de 60% de las empresas tiene alguna experiencia en el diseño de procesos o desarrollo de productos, aunque orientadas al desarrollo de innovaciones menores. Un 22% de las empresas encuestadas piensan que su tecnología no responde a los requerimientos del mercado internacional, pero aun así no tienen una disposición activa hacia la innovación, la cual surge más como reacción que como resultado de una estrategia empresarial planificada.

En resumen, la escasez de recursos financieros para el desarrollo de proyectos innovadores, la poca capacitación y formación del capital humano, el estilo de organización y administración tradicional, la actitud empresarial poco sensible hacia la innovación, el ineficiente flujo de información y el predominio de una industria tradicional en sectores poco intensivos en conocimiento y tecnología, constituyen las características más sobresalientes del entorno productivo y también puntos débiles del SNI boliviano.

2.3.1.5. El entorno financiero

Si bien existe un amplio consenso sobre la importancia de adelantar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, como instrumento para el fortalecimiento de las capacidades productivas y tecnológicas nacionales, la consecución de recursos financieros, en especial los de carácter privado, orientados al apoyo de los mismos no es una tarea fácil y se convierte en uno de los principales obstáculos para su desarrollo. Lo anterior obedece en gran parte a las particularidades que presentan los proyectos de I+D, las cuales fomentan el desinterés de la inversión privada, sino se cuenta con los instrumentos de apoyo necesarios (Amar *et al.*, 2001). Este hecho constituye una realidad evidente en el contexto boliviano y representa una de las principales debilidades del Sistema de Innovación.

En los países desarrollados se ha logrado una vinculación activa del sector empresarial en el desarrollo de las actividades científico tecnológicas, alcanzándose en algunos casos niveles de inversión privada que representan el doble de las asignaciones gubernamentales. En Bolivia, por el contrario, la participación gubernamental sigue siendo mayor que la privada y en cualquier caso muy inferior a los estándares internacionales. Este hecho se agrava si se tiene en cuenta, tal como se ha mencionado, que en las PYMES bolivianas la consecución de recursos financieros orientados al desarrollo de proyectos innovadores constituye una labor particularmente difícil.

En términos generales, el entorno financiero boliviano no tiene las capacidades necesarias para apoyar proyectos de innovación a nivel empresarial. El predominio del financiamiento intermediario en el mercado de capitales y el bajo nivel de desarrollo de los mercados bursátiles, representan las características estructurales del mercado financiero boliviano, lo cual dificulta el acceso del sector productivo a los recursos de crédito, debido al bajo nivel de fondos prestables que tienen los intermediarios. Esta situación incrementa el nivel de los costos financieros para las empresas y crea una estructura de plazos inconsistente con los tiempos de ejecución de los proyectos empresariales, restringiendo así la inversión. De igual forma, como consecuencia del reducido tamaño del sector financiero, se produce una discriminación industrial al momento de otorgar créditos, producto del afán de los intermediarios por reducir los riesgos de sus actividades crediticias⁷¹.

Las características anteriores: predominio del financiamiento intermediario, incompatibilidad en la estructura de plazos y discriminación de las unidades empresariales, representan los principales obstáculos para la consecución de recursos financieros en el sector empresarial, las cuales a su vez, se convierten en barreras insalvables cuando se trata de proyectos de innovación.

Según el estudio realizado por Aguirre y Kaufmann (2003), solo alrededor del 30% de las empresas bolivianas solicitan créditos para inversiones en proyectos de desarrollo e innovación tecnológica a fuentes tradicionales. Entre las razones que manifestaron los empresarios para exhibir este comportamiento se encuentran: las dificultades para formular en términos de proyecto las ideas a desarrollar, la presentación de los

⁷¹ Esta discriminación industrial afecta prioritariamente a las PYMES, las cuales en la mayoría de los casos no disponen de las garantías exigidas por parte de los intermediarios financieros para avalar el crédito solicitado.

informes financieros, la demora en los procesos de evaluación y desembolso de los créditos y en algunos casos la poca preparación por parte de la banca privada para evaluar proyectos innovadores.

Sobre este último punto resulta pertinente hacer algunas acotaciones. Los bancos condicionan el otorgamiento de los créditos al cumplimiento de diversas condiciones relacionadas con la estructura de plazos, el nivel de riesgo y la existencia de garantías reales por parte de las empresas ejecutoras, criterios que no son favorables para los proyectos de I+D. Este comportamiento puede explicarse en gran medida por la falta de preparación y capacitación de la banca privada en la utilización de métodos adecuados que permitan realizar una evaluación seria de los proyectos innovadores, analizando los riesgos implícitos en ellos en función de sus potenciales beneficios y sin los cuales no es posible abordar los costos hundidos en este tipo de proyectos.

Adicionalmente y no menos importante, el mercado financiero boliviano carece de instrumentos específicamente orientados al desarrollo de proyectos de innovación, como es el caso de los fondos de capital de riesgo, elemento ampliamente utilizado en otros países⁷². Este tipo de financiación exige desarrollar un nuevo pensamiento en el sector conservador de las finanzas públicas o privadas y la capacitación de sus empleados. En suma, tal como lo plantea Aguirre y Kaufmann (2003), faltan innovaciones en el mismo mercado financiero.

2.3.1.6. Las relaciones

Tan importante como la existencia de elementos que desempeñen funciones específicas dentro del proceso de innovación son los vínculos y relaciones que se establecen entre ellos. En el modelo utilizado, las relaciones tienen valor propio y definen en gran parte la configuración del sistema. Dichas relaciones, tal como se mencionó anteriormente, son analizadas en función de dos mecanismos especiales: las Estructuras de Interfaz y los Instrumentos de Fomento a la Interacción. No obstante, en la presente investigación estos elementos de análisis no serán utilizados, fundamentalmente por la carencia de información que permita hacer una identificación de los mismos con un nivel de aproximación suficiente a la realidad. La identificación

⁷² El capital de riesgo es una actividad económica que consiste en la toma de participación minoritaria y temporal en el capital de empresas no financieras, con un proyecto viable y de futuro. En los Estados Unidos, por ejemplo, la industria del capital de riesgo facilitó el surgimiento de importantes empresas como Apple, Compaq y Microsoft, entre otras (Sahlman, 1990).

de dichas estructuras y el análisis de sus actividades constituye en si mismo un trabajo de investigación, el cual por demás es relevante para el establecimiento de políticas científicas y tecnológicas consistentes, no solo con la realidad nacional, sino también con la fundamentación teórica actual que resalta el carácter interactivo del proceso innovador y lo concibe como un fenómeno social.

Teniendo en cuenta lo anterior, el tema de las relaciones será abordado a partir de las consideraciones expuestas en investigaciones previas y de lo manifestado en el análisis de cada uno de los entornos. El estudio de Aguirre y Kaufmann (2003), presenta algunas conclusiones importantes respecto a esta materia. Más del 50% de los empresarios encuestados en el citado estudio, no consideran necesario el establecimiento de vínculos de cooperación con otras unidades productivas, pensamiento derivado fundamentalmente de la visión competitiva a corto plazo que caracteriza a las empresas bolivianas. Adicionalmente, la interacción entre empresa y universidad es bastante limitada, y surge como resultado de contactos informales pero no como el producto de una estrategia planificada. El tejido industrial de Bolivia presenta dificultades concretas para relacionarse con la universidad y con los otros elementos del sistema, las cuales obedecen fundamentalmente a aspectos culturales y de gestión que limitan la confianza entre los agentes, dificultan su comunicación, y fomentan el desarrollo de prácticas administrativas alejadas de la estrategia de innovación.

Así mismo, la baja intensidad de las relaciones no es solo un elemento característico entre empresas y universidades sino también entre los demás elementos del sistema. Tal como se mencionó anteriormente el entorno financiero no posee la capacidad para apoyar la realización de proyectos innovadores, especialmente cuando los ejecutores son pequeñas o medianas empresas. Igualmente, la debilidad del entorno tecnológico (tanto en cantidad como en calidad) restringe su vinculación efectiva con el sector productivo, aspecto que también se resalta en el estudio de Aguirre *et al.* (2003), cuando sobresale la incapacidad de las empresas para definir los problemas tecnológicos que les afectan, producto entre otras cosas de la poca vinculación con entidades de consultoría o de servicios avanzados.

Si se sigue la tipología planteada por Fernández de Lucio *et al.* (2000), para caracterizar los Sistemas de Innovación, se podría decir entonces que en el caso boliviano es el “Sistema de las Cinco Des”, haciendo referencia a sus principales características: débil, desarticulado, desequilibrado, desorientado y desvinculado. La

debilidad parte del bajo desarrollo de los diferentes entornos y se hace evidente en el análisis de indicadores generales como el nivel de gastos en I+D o la disponibilidad de recurso humano altamente cualificado. La desarticulación, se explica por la pobre capacidad de interacción de los diferentes elementos del sistema. Como se mencionó anteriormente, cada actor en el mejor de los casos, se dedica a desempeñar su actividad específica sin relacionarse con los demás agentes ya sean del mismo entorno o de entornos diferentes.

El desequilibrio se presenta por el rezago relativo de algunos entornos en comparación con otros, como es el caso de los entornos financiero y tecnológico. La inexistencia de un mercado de capital de riesgo, una banca privada poco orientada hacia el financiamiento de proyectos innovadores, así como el escaso número de firmas de consultoría y de servicios avanzados, son claros indicadores de esta situación.

La desorientación se deriva de la carencia de unas directrices claras, expresadas en términos de una política científica y tecnológica, que definan la visión a futuro de lo que se desea y asegurar que ésta sea compartida y apropiada por todos los agentes que hacen parte del sistema. Si bien es cierto que se han promulgado algunos Decretos y Leyes que definen el marco legal en el cual se desarrolla la Ciencia y Tecnología en Bolivia, adolece todavía de una carta de navegación que oriente el desarrollo de los procesos de innovación, fundamentado en las especificidades económicas y sociales del entorno.

Por último, la desvinculación se evidencia por la poca orientación de las actividades de I+D hacia las necesidades reales del sector económico boliviano. Esta afirmación, se sustenta preliminarmente en las consideraciones del CONACYT (2003) y en los resultados del estudio de Aguirre y Kaufmann (2003), en los cuales se manifiesta el escaso vínculo entre la I+D pública (desarrollada en gran parte por las universidades) y las actividades de las empresas productivas.

En función de lo anterior no resulta pertinente hablar de la existencia de un Sistema de Innovación boliviano, cuando los componentes que lo definen (elementos y relaciones) no se encuentran desarrollados favorablemente. El reducido tamaño, la fragmentación y la falta de articulación de los diferentes actores involucrados en el proceso de innovación, son las características generales del contexto boliviano. Los aspectos anteriores, sumados a deficiencias más específicas, tales como la debilidad del entorno tecnológico, la falta de arraigo de una cultura empresarial proclive hacia la

innovación, la práctica inexistencia de un entorno financiero orientado hacia el apoyo de proyectos innovadores, la poca capacidad de absorción de las empresas y el escaso fomento de las estructuras de interrelación, otorgan suficientes elementos de juicio para respaldar la afirmación presentada al comienzo del párrafo.

CAPÍTULO 3. ENFOQUE METODOLÓGICO

Tal como se ha expresado en los apartados precedentes, existe cada vez un mayor consenso sobre la importancia de fomentar la cooperación entre el sector productivo y el científico en aras de alcanzar mayores niveles competitivos. No obstante, en la práctica el desarrollo de tal actividad ha estado rodeado de un intenso debate no solo con relación a la definición de los mecanismos de fomento más adecuados, sino más importante aún con relación al rol que las empresas y las universidades deben desempeñar en el nuevo contexto.

La presente investigación, tal como se ha comentado anteriormente, se orienta al análisis de las relaciones universidad empresa en la región occidental de Bolivia, abordándolo desde la perspectiva que poseen los académicos sobre el tema. Si bien es cierto que bajo esta línea de acción no se considera la importancia que merece un aspecto esencial del fenómeno, representado por las características y expectativas de las empresas, si otorga elementos importantes para determinar la trayectoria seguida hasta el momento por la institución universitaria e identificar aspectos relevantes que permitan hacer corrección a la misma con el fin de favorecer la relación con las empresas. Teniendo en cuenta el objetivo anterior, y la complejidad misma del tema en cuestión, el enfoque metodológico seleccionado para direccionar la presente investigación ha contemplado a grandes rasgos dos frentes fundamentales: por una parte, la definición de un marco conceptual que otorgue los criterios de análisis necesarios para la comprensión del fenómeno y por otra parte el establecimiento de una metodología que permita no solo recopilar la información pertinente sino también tratarla con las herramientas estadísticas apropiadas para la construcción de conclusiones sólidas y coherentes con la realidad del fenómeno. Dichos enfoques son descritos a continuación.

3.1. Aproximación al tema de estudio

La mayor parte de la literatura concerniente a las relaciones universidad empresa se encuentra desarrollada en el marco de la transferencia tecnológica, aunque este sea un término inadecuado en muchos aspectos para referirse a la misma. Como se trató en el apartado 1.2.2, el concepto de transferencia tecnológica resulta inapropiado en las condiciones actuales ya que su propia connotación conlleva a considerar la relación como un fenómeno unívoco cuando en la realidad es todo lo contrario. Tal

como lo expone Gibbons *et al.* (1994), bajo las nuevas formas de generación del conocimiento no existe claridad sobre quien transfiere y quien recibe, sino que, por el contrario, lo que ocurre es más bien una construcción colectiva de nuevos saberes que pierde la unidireccionalidad de los flujos del conocimiento. Adicionalmente, lo que se transfiere en muchos casos no constituye propiamente tecnología sino conocimiento, razón por la cual, quizás resulte más acertado utilizar el termino propuesto por Meyer-Krahmer y Schmoch (1998) de *"intercambio de conocimiento científico"* como elemento central para caracterizar el objeto de las relaciones universidad empresa.

La cooperación entre los sectores científico y productivo ha sido analizada siguiendo diferentes aproximaciones, ya sea en función de los agentes que participan (universidad o empresa), el producto final objeto de la relación, los mecanismos de acercamiento utilizados o en su defecto las características del contexto en la cual la vinculación se desarrolla (Bozeman, 2000). La utilización de los enfoques anteriores permite tener una mayor comprensión del fenómeno y disponer de mejores herramientas de juicio para determinar características y definir posibles trayectorias futuras. La revisión realizada en los capítulos 1 y 2 de la presente investigación está orientada precisamente al cumplimiento de dicho objetivo. En el capítulo 1, se presentó una descripción relacionada con los primeros tres elementos arriba mencionados y en el capítulo 2, se analizó las características del contexto específico boliviano, espacio geográfico objeto de la presente investigación. Estos apartados constituyen la piedra angular del primer frente de la estrategia metodológica contemplada.

No obstante, y a pesar de que en la revisión bibliográfica se han contemplado los diferentes enfoques de aproximación al tema de relación universidad empresa, el desarrollo empírico de la investigación se aborda fundamentalmente en función del agente emisor y más concretamente de la universidad como dicho agente. Bajo esta línea de acción los antecedentes bibliográficos más importantes se encuentran en los estudios realizados por Lee (1996) y por Etzkowitz (1998), ambos para el caso estadounidense, en los cuales se analiza la actitud del profesorado con relación a la vinculación universidad empresa y los cambios en la misma durante los últimos años. Estos estudios se desarrollaron a través de encuestas dirigidas a profesores de diversas universidades y disciplinas, que permitieron recoger la percepción que los académicos tenían sobre el fenómeno y detectar tanto los elementos dinamizadores

como los obstáculos existentes en el proceso⁷³. Así mismo, cabe destacar el estudio realizado por Meyer-Krahmer y Schmoch (1998) en las universidades alemanas, el cual a diferencia de los anteriores adopta como eje central de análisis las características que desarrolla el proceso de vinculación en función de la naturaleza de las disciplinas académicas que participan en el mismo⁷⁴.

Los estudios anteriores impulsaron la realización de investigaciones similares en países tecnológicamente menos desarrollados, con el objetivo de caracterizar el grado de interacción existente entre los sectores científico y productivo y plantear posibles líneas de actuación que permitieran alcanzar niveles próximos al de los países líderes. De esta forma en España y más concretamente en la Comunidad Valenciana se desarrolló durante el año 2001 un estudio orientado a conocer tanto la opinión de los académicos sobre aspectos de I+D y sus relaciones universidad empresa, como la visión del mundo empresarial sobre esta misma dimensión (García *et al.*, 2002). Dicho estudio fue ejecutado por el Instituto de Gestión de la Innovación y del Conocimiento (INGENIO)⁷⁵ al cual se encuentra vinculado el autor de la presente investigación. Para cumplir con los objetivos planteados en el estudio citado y ante la práctica ausencia de fuentes de información que facilitaran el análisis del tema en cuestión, el grupo investigador diseñó una encuesta dirigida expresamente a los miembros de la

⁷³ En términos generales, estos dos autores llegan a la misma conclusión: Se ha producido un cambio de actitud en el sector académico que ha impulsado un acercamiento mucho mayor de éste con el sector productivo. Lee (1996) realizó una encuesta en 1994 a unos 1000 profesores universitarios de los Estados Unidos, los cuales en su mayoría apoyaban la idea de que sus universidades participaran activamente en el desarrollo económico local y regional, facilitarían la comercialización de la investigación académica y favorecerían el asesoramiento de los universitarios a las empresas privadas. Etzkowitz (1998), por su parte, realizó entrevistas semiestructuradas en periodos diferentes (a principios y mediados de los 80, y a principios de los 90), a través de las cuales concluye que se ha producido una formalización de las relaciones universidad empresa, pasando de la provisión de capital humano y conocimientos útiles a la proporción de recursos más tangibles por vías intensivas y formales.

⁷⁴ Entre las conclusiones más importantes de este estudio, dos son particularmente destacables. En primer lugar los autores dedujeron que los mecanismos y efectos de las relaciones varían sustancialmente en función de las disciplinas académicas. De esta forma, mientras que la cooperación en áreas con una orientación práctica mayor (el caso de las tecnologías de la producción, por ejemplo) tiende a desarrollarse a través de contratos empresariales de carácter formal, la relación ejecutada en las llamadas disciplinas básicas o más basadas en la ciencia se desarrolla por medio de investigación colaboradora o contratos informales. En segundo lugar, estos autores encontraron que además de las motivaciones económicas existen otros intereses que incitan a la universidad a relacionarse con las empresas, entre los que se destaca el intercambio de conocimientos. Este hecho conlleva a suponer que el concepto de relación unidireccional (o puente de una sola vía), no es válido, reivindicando como elemento central de la relación el carácter bidireccional (puente de doble vía) de la misma.

⁷⁵ INGENIO es un Instituto mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), cuyas líneas de trabajo se enfocan en el estudio de los procesos de innovación y el papel que desempeñan en ellos los diferentes actores, así como la formalización del conocimiento en las organizaciones. Bajo estas líneas, INGENIO ha realizado diversos estudios en los campos de Relación Universidad Empresa y Sistemas de Innovación, los cuales constituyen referentes bibliográficos importantes en la presente investigación.

comunidad académica, la cual, luego fue analizada y adaptada al contexto boliviano, se usó como instrumento base para la recopilación de información en el presente estudio.

Las características de dicha encuesta así como los aspectos más relevantes del procedimiento seguido para la obtención y análisis de la información son presentados a continuación.

3.2. Obtención de datos y herramientas de análisis

3.2.1. *Las fuentes de Información*

La información necesaria para la realización de este análisis ha sido recopilada a través de fuentes secundarias y primarias. Entre las fuentes secundarias sobresalen los datos estadísticos relacionados con la I+D y la innovación suministrados por entidades oficiales internacionales (OCDE, UNESCO, CEPAL, RICYT), estudios publicados en revistas reconocidas (Research Policy), informes y documentos de trabajo presentados por institutos de investigación (SPRU, INGENIO), ponencias y documentos recopilados por entidades iberoamericanas especializadas en el tema (ALTEC, CINDA, CYTED), así como diversas publicaciones relacionadas con el origen y evolución de la universidad, los sistemas de innovación y las relaciones universidad empresa, las cuales se encuentran ampliamente referenciadas en la bibliografía. La información concerniente al contexto boliviano se obtuvo de fuentes oficiales como el Instituto Nacional de Estadística (INE), el Comité Ejecutivo de la Universidad Boliviana (CEUB), el Banco Central de Bolivia (BCB), la Confederación de Empresarios Privados de Bolivia (CEPB), el Ministerio de Hacienda, entre otros. No obstante, cabe destacar la práctica ausencia de fuentes estadísticas en el ámbito boliviano, que faciliten el análisis del tema tanto desde la perspectiva universitaria como desde la empresarial. Los datos relacionados con la I+D y la innovación son en su mayoría estimados y se observa con frecuencia discrepancias dependiendo de la fuente empleada.

Lo anteriormente referenciado motivó a la elaboración de una encuesta estadísticamente significativa que permitiera obtener información fiable sobre la percepción de la comunidad académica sobre el tema tratado. Dicha encuesta, tal como se ha expresado, tiene como base el cuestionario diseñado por el Instituto de la Gestión de la Innovación y del Conocimiento - INGENIO (CSIC-UPV), para el análisis del mismo tema en la Comunidad Valenciana. Es importante subrayar la dimensión

regional del estudio. La encuesta se aplicó en las universidades públicas de las ciudades de La Paz, Oruro, Potosí y Cochabamba, que comprenden la Región Occidental de Bolivia (anexo 1). Dichas universidades constituyen componentes importantes dentro del sistema universitario boliviano, razón por la cual las conclusiones obtenidas tienen importancia para la generalidad del país, a pesar de no contemplar en el estudio al conjunto de las universidades públicas existentes.

3.2.2. Las características de la muestra y de la encuesta

El universo muestral está compuesto por el conjunto de profesores de las cuatro universidades públicas de la región occidental de Bolivia⁷⁶, cuyo número se encuentra entre los 4500 y 5000 académicos, distribuidos en las categorías docentes existentes: catedrático o docente titular, docente contratado, docente interino (tiempo completo o tiempo horario) y profesor invitado⁷⁷.

El procedimiento de muestreo escogido fue el estratificado aleatorio simple, remitiendo para ello el cuestionario al 10% de los profesores, segmentados por categoría docente y universidad. En total se enviaron 500 encuestas y se obtuvieron 353 respuestas de las cuales 349 fueron contestadas aceptablemente. Este número representa una tasa de respuesta del 70% y el mismo es significativo para el análisis en cuestión. El error muestral considerado para este estudio es del 5% y, nivel de confianza del 95%⁷⁸.

Una vez elaborado el cuestionario base, integrado por apartados semiestructurados, en ocasiones de respuesta múltiple, se procedió a la realización de una prueba piloto a partir del cual se confeccionó el cuestionario definitivo, que quedó constituido por 40 preguntas y 126 apartados (anexo 2).

⁷⁶ Estas universidades son: Mayor de San Andrés de La Paz, Mayor de San Simón de Cochabamba, Autónoma Tomás Frías de Potosí y Técnica de Oruro.

⁷⁷ No se presenta un número exacto de docentes debido a la inexistencia de cifras consolidadas y actualizadas al momento de realizar la investigación. No obstante el intervalo expuesto puede considerarse bastante cercano a la realidad.

⁷⁸ Para el diseño de la muestra se utilizó la fórmula siguiente:

$$n = \frac{p(1-p)}{\left(\frac{e}{z}\right)^2 + \left(\frac{p(1-p)}{N}\right)}$$

donde: N es el universo muestral; n, es el tamaño de la muestra; z, es el número de desviación estándar de acuerdo al nivel de confianza; p, es la proporción esperada (en este caso 50%=0.5); y e, es el error muestral.

El trabajo de campo fue ejecutado durante el período comprendido entre enero y junio de 2002, con la participación de la Secretaria Nacional de Investigación, Ciencia y Tecnología del Comité Ejecutivo de la Universidad Boliviana (CEUB), entidad que colaboró con el envío de los cuestionarios para la realización de la prueba piloto y la canalización posterior de la encuesta definitiva en la ciudad de La Paz, Cochabamba y Potosí. En el caso de la Universidad Técnica de Oruro, se contó con la cooperación de la Dirección de Planificación Académica, la cual coordinó el envío de las encuestas a la comunidad docente. El proceso de seguimiento estuvo a cargo del responsable de la investigación y se realizó a través de las Direcciones de carrera y departamentos, y el apoyo personal en los casos en que éste fuera necesario. Igualmente, es importante destacar que tanto para el diseño de la encuesta como para la resolución de los problemas específicos planteados a lo largo del estudio, se contó con la colaboración de los compañeros de INGENIO (CSIC-UPV).

El cuestionario definitivo se estructuró en seis bloques de preguntas: 1) características generales, 2) investigación y desarrollo, 3) universidad y relaciones universidad empresa, 4) profesores y relaciones universidad empresa, 5) empresa y relaciones universidad empresa y 6) administración y relaciones universidad empresa.

El primer bloque del cuestionario caracteriza a los componentes del estamento docente en cuestiones personales, profesionales y la distribución del tiempo entre las diferentes actividades académicas. El segundo bloque, desea conocer la forma en la que el encuestado realiza la actividad de I+D, la entidad en la que la desarrolla y otras características de carácter financiero. El tercer bloque, intenta conocer la opinión del docente sobre las relaciones universidad empresa desde la perspectiva institucional en cuanto a su relación con los objetivos generales de la universidad, su influencia en la actividad universitaria y los mecanismos más adecuados para encauzarlas y favorecerlas. El cuarto bloque, aspira obtener información sobre las relaciones universidad empresa desde la perspectiva personal que tiene el docente, relacionada fundamentalmente con el nivel de cooperación, los obstáculos e incentivos existentes y las modalidades de vinculación más adecuadas. El quinto bloque, intenta obtener información sobre la experiencia de los docentes en sus relaciones con las empresas: naturaleza de las empresas con las que coopera, identificación de las formas de contacto inicial y de los factores que a su juicio representan una barrera para la relación. Finalmente, el sexto bloque pretende conocer el grado de contratación con

las administraciones públicas y los mecanismos que, a juicio del docente, éstas deben implementar para favorecer las relaciones universidad empresa.

3.2.3. *El tratamiento de los datos*

La información recopilada a través de la encuesta ha sido almacenada en una base de datos a partir de la cual se procedió a realizar los análisis estadísticos correspondientes. Para dar cumplimiento a los objetivos planteados en la investigación, la información obtenida ha sido sometida a dos tipos de análisis: uno de carácter descriptivo y otro de carácter discriminante. El primero se ha orientado a delimitar y caracterizar las actividades de I+D que desarrollan las universidades, y determinar la percepción global que tiene la comunidad académica sobre la relación con el entorno productivo. El segundo está orientado a determinar las relaciones existentes entre las variables, con el fin de identificar los factores más relevantes que inciden, desde la perspectiva académica, en el desarrollo de las relaciones universidad empresa.

En el primer caso, se han aplicado métodos sencillos de análisis univariante: tablas de frecuencias absolutas y relativas, medidas de tendencia central, de dispersión y la forma de distribución. En el segundo caso, se ha planteado una serie de modelos econométricos, derivados de la utilización del modelo Logit, el cual es descrito a continuación.

3.2.4. *La metodología utilizada para los modelos econométricos*

El modelo Logit, constituye una de las técnicas de análisis discriminante más utilizadas⁷⁹. Su aplicación es útil cuando las variables dependientes son de naturaleza discreta, razón por la cual resulta apropiado para el análisis de las variables contempladas en el presente estudio. Este modelo permite estimar la probabilidad de que un individuo pertenezca a un grupo o a otro, y al mismo tiempo facilita la identificación de las variables más importantes que explican las diferencias entre los grupos existentes⁸⁰.

⁷⁹ El análisis discriminante es un enfoque estadístico de clasificación utilizado cuando los grupos están bien definidos y lo que se quiere es determinar un criterio para etiquetar cada individuo como perteneciente a alguno de ellos, a partir de los valores de una serie limitada de parámetros.

⁸⁰ Para más detalle sobre las características de este modelo véase Greene, W. H. (1999).

En este estudio, el modelo Logit permite estimar la relación y la razón de las ventajas para cada una de las variables de análisis más importantes, como por ejemplo: que aspectos podrían incidir en la decisión de los académicos para realizar o no actividades de I+D; cómo se podría apoyar a los objetivos de la relación y que mecanismos son eficientes para fomentar la cooperación entre la universidad y la empresa.

Dentro de este modelo se distinguen dos tipos de variables: la endógena y la explicativa. La variable endógena (dependiente) es aquella que identifica la pertinencia del individuo a cada uno de los grupos analizados, mientras que la explicativa (independiente) son aquellas que sirven para discriminar entre los grupos. Estas últimas pueden ser cuantitativas, con valores entre $-\infty$ hasta $+\infty$ y cualitativas con distintas alternativas u opciones posibles. El resultado final del modelo es un valor numérico que indica la probabilidad de pertenencia de un elemento al grupo objeto de análisis. Existen distintos tipos de modelos en función de las alternativas que definen a la variable endógena, clasificándose de la siguiente forma:

- Logit dicotómico: cuando el número de alternativas son dos y excluyentes entre sí.
- Logit de respuesta múltiple: cuando el número de alternativas a modelizar es superior a dos. En este caso el modelo puede ser con datos ordenados o con datos no ordenados.

Para la utilización del modelo, lo primero que se debe hacer es definir la variable dependiente y los posibles valores que esta pueda asumir. Posteriormente se identifica el conjunto de variables independientes observadas, con el propósito de estimar la probabilidad correspondiente de acuerdo al modelo Logit elegido. El paso siguiente consiste en la interpretación de los resultados, considerando para ello el signo de los parámetros, la significatividad de los modelos estimados y la bondad del modelo.

A continuación se describen los modelos Logit utilizados en la presente investigación.

Modelo Logit dicotómico. Es el modelo más sencillo. En este caso la variable endógena solo puede asumir dos valores posibles: 1 y 0. Con un 1 se identifica al individuo que pertenece al grupo, cuya probabilidad de pertenencia estimará el modelo, y con un 0 al individuo que no pertenece al grupo objeto de análisis.

El planteamiento del modelo es el siguiente:

Sea Y_i una variable dependiente binaria tomando dos valores posibles etiquetados como 0 y 1. Sean X_1, \dots, X_k un conjunto de variables independientes observadas con el fin de explicar y/o predecir el valor de Y_i .

Si se asume que hay una variable de respuesta subyacente (Y_i^*), definida por la siguiente relación:

$$Y_i^* = X_i' \beta + \varepsilon_i$$

De la cual (Y_i^*) solo su signo es observable en la práctica, tal que:

$Y_i = 1$ si $Y_i^* \geq 0$ (si ocurre el acontecimiento objeto de estudio)

$Y_i = 0$ en caso contrario

ε_i : Variable aleatoria con $E(\varepsilon_i/\varepsilon_j) = 0$, $E(\varepsilon_i) = 0$ y $V(\varepsilon_i) = \sigma^2$

Se asume que ε_i sigue una distribución normal

β : Parámetro de estimación

Y, si se elige la función G tal que:

$$p(X_1, \dots, X_k; \mathbf{b}) = G(b_1 X_1 + \dots + b_k X_k)$$

siendo $G(x)$ ⁸¹ la función de distribución de una distribución logística

$$G(x) = \frac{e^x}{1 + e^x}$$

Entonces la probabilidad de un determinado suceso viene dado por:

$$p(X_1, \dots, X_k; \mathbf{b}) = \frac{e^{x_i' \beta}}{1 + e^{x_i' \beta}}$$

⁸¹ Si $G(x)$ sigue una distribución normal, en este caso también se podría asumir como modelo Probit o Probit ordenado.

Cuya función de verosimilitud correspondiente es:

$$L(\mathbf{b} | (\mathbf{x}_1', y_1), \dots, (\mathbf{x}_n', y_n)) = \prod_{i=1}^n \left[\frac{e^{x_i' \beta}}{1 + e^{x_i' \beta}} \right]^{y_i} \left[\frac{1}{1 + e^{x_i' \beta}} \right]^{1-y_i}$$

El Logit dicotómico es utilizado para la estimación de los modelos planteados como: tipos de I+D y, grado de cooperación en las actividades de I+D, los cuales se presentan en el apartado 4.2. Para la estimación del modelo mediante esta metodología se han considerado a todas las variables explicativas que se implican en el análisis, sin reducción de la variable no significativa.

Modelo Logit ordenado. Cuando la variable endógena, es una variable discreta con varias alternativas posibles de respuesta, se aplica los modelos de respuesta múltiple. En este tipo de modelos las alternativas de la variable respuesta permiten establecer un orden entre distintas observaciones, se estima que datos promedios de las variables explicativas tienen la probabilidad de repuntar la relación existente entre las distintas variables.

La formulación del modelo Logit ordenado queda definido como sigue:

$$Y_i^* = X_i' \beta + \varepsilon_i$$

Las respuestas por valores de asignación es como sigue:

$$\begin{aligned} Y_i = 0 & \quad \text{si } Y_i^* < \mu_1 \\ Y_i = 1 & \quad \text{si } Y_i^* \in [\mu_1, \mu_2] \\ Y_i = 2 & \quad \text{si } Y_i^* \geq \mu_2 \end{aligned}$$

Las especificaciones de las probabilidades son definidos como:

$$\begin{aligned} P(Y_i=0) &= \Phi(\mu_1 - X_i' \beta) \\ P(Y_i=1) &= \Phi(\mu_2 - X_i' \beta) - \Phi(\mu_1 - X_i' \beta) \\ P(Y_i=2) &= 1 - \Phi(\mu_2 - X_i' \beta) \end{aligned}$$

Donde μ_1 , μ_2 son parámetros auxiliares que representan los valores de los umbrales o barreras y se estiman a la vez que β y $\Phi(X_i' \beta)$ representan la función de distribución logística.

El Logit ordenado, se ha utilizado para analizar los modelos definidos como: apoyo a los objetivos de la relación universidad empresa (RUE) y, mecanismos para fomentar la RUE, los cuales se presentan en el apartado 4.2.

A diferencia de los modelos desarrollados con el Logit dicotómico, en las estimaciones realizadas a través de la metodología Logit ordenado, se ha seguido la estrategia de separación de la variable no significativa, cuando el modelo no es significativo, cumpliendo el procedimiento siguiente:

1. Se elimina la variable no significativa cuyo coeficiente es el peor valor de la "t student".
2. Se vuelve a estimar el modelo, se mira el test de la "t student" y los umbrales.
3. Mirar la significatividad del modelo en su conjunto, validar y aceptar el modelo reducido. Si el modelo no muestra preferencia se repite los pasos anteriores.
4. Si no quedan variables no significativas por eliminar se acepta el modelo reducido.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

A continuación se presenta el análisis de los resultados obtenidos a través de la aplicación de la encuesta a la comunidad académica de la región occidental de Bolivia, el cual, siguiendo el enfoque metodológico presentado en el capítulo anterior, se encuentra dividido en dos grandes apartados. En primer lugar, se realiza un análisis descriptivo de los datos orientado a la caracterización general de la comunidad docente en función de su nivel de cooperación con el sector productivo, y en segundo lugar, un análisis discriminante a través del cual se pretende plantear una serie de modelos econométricos que permitan explicar las relaciones existentes entre un conjunto de variables de interés, que faciliten la explicación del fenómeno tratado a través de la conjunción de factores diversos.

4.1. Análisis descriptivo de los datos

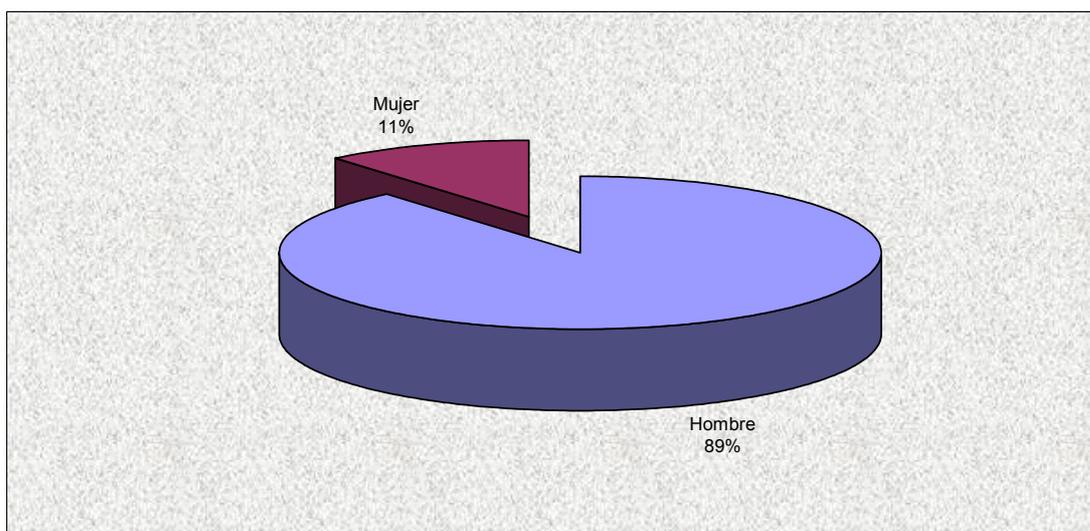
Este apartado se desarrolla siguiendo cada uno de los bloques de preguntas contemplados en el cuestionario, cuyos objetivos se han esbozado anteriormente.

4.1.1. *Las características de la comunidad académica boliviana*

El perfil de la comunidad académica constituye un aspecto importante al momento de analizar el desarrollo de la labor investigadora y el proceso de vinculación de la universidad con su entorno socioeconómico. Aspectos como la edad, el nivel profesional, la disciplina científica en la cual se desempeña el docente, entre otros, representan variables de análisis destacadas que pueden ser de mucha utilidad para caracterizar el fenómeno estudiado y facilitar la definición de estrategias más acordes tanto con la realidad, como con las necesidades del entorno.

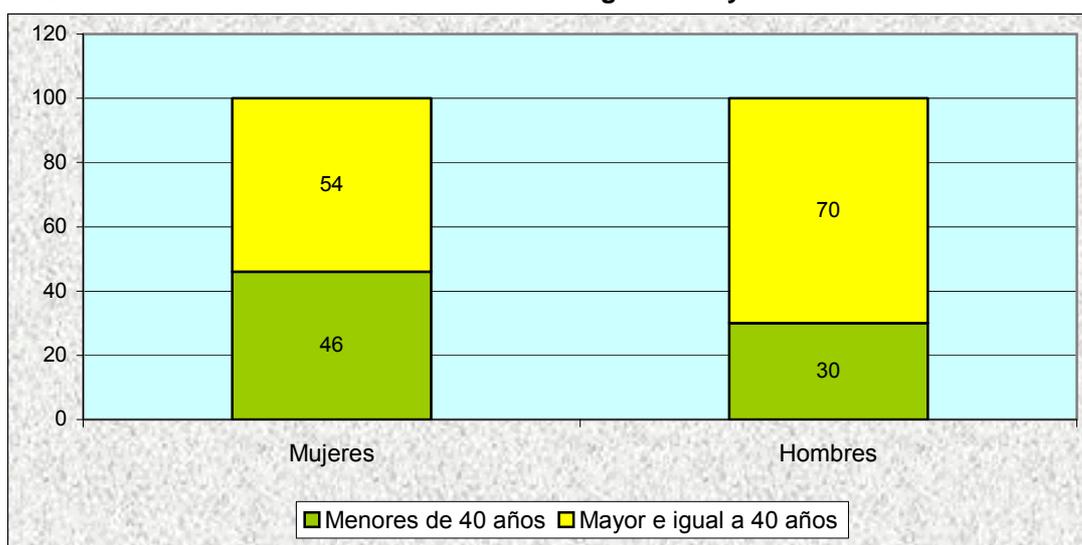
En el caso de la comunidad académica de la región occidental de Bolivia, un aspecto destacable lo constituye el predominio masculino. El 89% de los académicos son hombres, de los cuales el 70% tienen más de 40 años de edad. Las mujeres representan solamente el 11% de la población docente, pero a diferencia de los hombres se distribuyen de manera más homogénea: el 54% son mayores de 40 años y el 46% restante tienen 39 años o menos (gráfico 4.1 y 4.2). Estas cifras reflejan la reciente vinculación de la mujer en el ambiente académico boliviano, cuya representación aumenta progresivamente en el grupo de mujeres jóvenes.

Gráfico 4.1. Género



Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

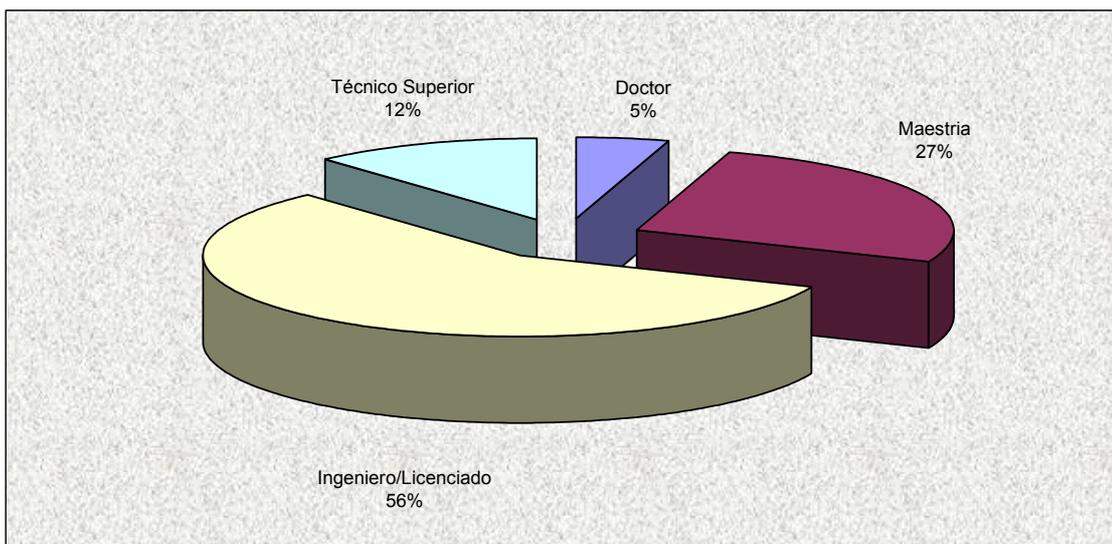
Gráfico 4.2. Distribución de los docentes según edad y sexo



Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

Con relación al nivel de formación la distribución de los docentes es la siguiente: un 12% de los encuestados son técnicos superiores, un 56% son ingenieros o licenciados, un 27% tienen estudios de maestría y solamente un 5% tienen grado de doctor (gráfico 4.3). Este hecho representa, por sí mismo, una dificultad para la realización de proyectos de investigación, teniendo en cuenta que dicha actividad guarda una relación directa con el nivel de calificación del personal. Esta característica no es solo común en la región occidental de Bolivia, sino que por el contrario representa una de las mayores deficiencias del contexto nacional boliviano, tal como se expuso en capítulos precedentes.

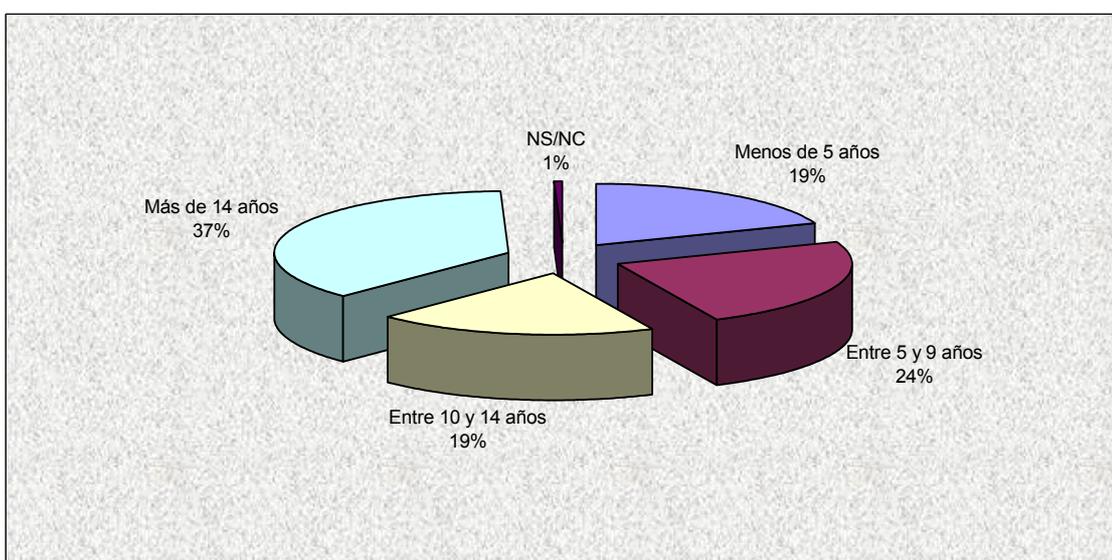
Gráfico 4.3. Grado académico



Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

En la encuesta también se recopiló información relacionada con los años de experiencia del profesor, independientemente de la institución donde la adquirió. En este sentido, la mayor parte de los encuestados (37%), manifestaron tener más de 14 años de actividad docente, mientras que solamente un 19% tienen menos de 5 años de labores en la institución universitaria (gráfico 4.4).

Gráfico 4.4. Años de actividad docente

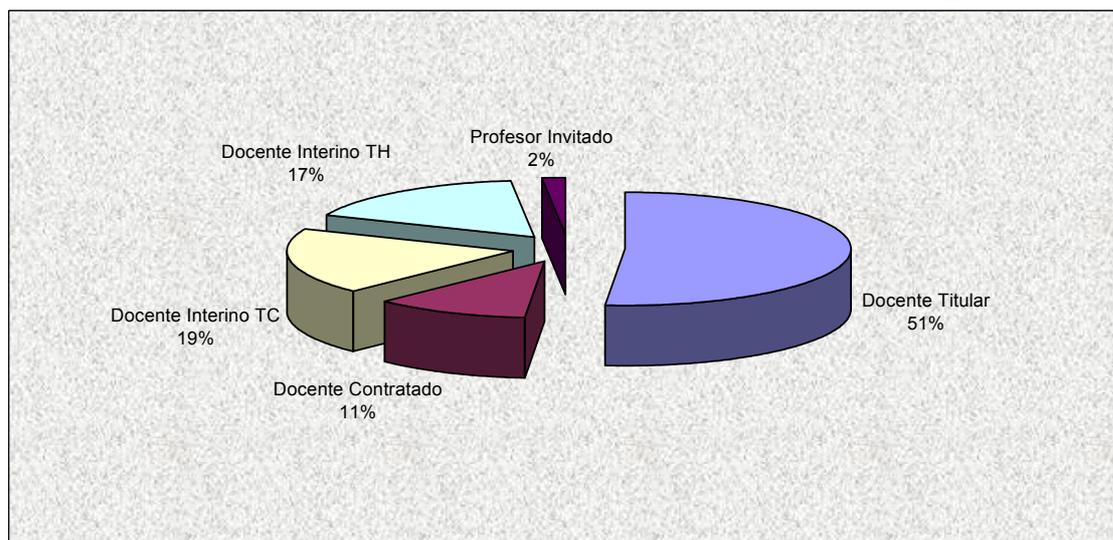


Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta desarrollada en la comunidad académica

En función de la escala docente, los profesores han sido clasificados en cinco grupos generales: catedrático titular o docente titular, docente contratado, docente interino a tiempo completo, docente interino a tiempo horario y profesor invitado y/o asociado. La

gráfica (4.5), muestra la distribución del profesorado según estas categorías. En términos generales se observa una mayor proporción de docentes titulares (51%), seguida de docentes interinos tiempo completo (19%) e interinos a tiempo horario (17%). Los últimos niveles de participación lo ocupan los docentes contratados (11%) y los profesores invitados (2%). Un 29% de los docentes ocupan algún cargo administrativo dentro de la institución.

Gráfico 4.5. Escala docente

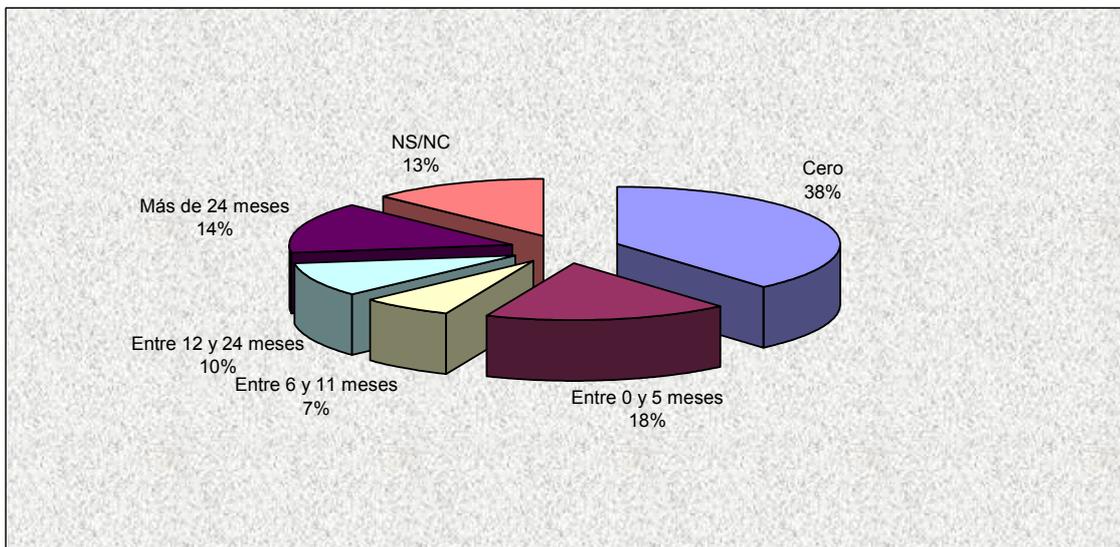


Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta desarrollada en la comunidad académica

Existe una relación positiva entre la edad y otras características tales como el grado académico, y la escala docente. En términos generales, a más edad mayor es el nivel de formación del académico y mejor su posición dentro de la institución. El 70% de los docentes con estudios de postgrado (ya sea a nivel doctoral o de maestría), tienen más de 40 años, mientras que solamente un 9% de los académicos que se encuentran en este rango de edad tienen titulación de técnico superior. Así mismo, el 84% de los docentes titulares tienen más de 40 años de edad, mientras que solamente un 26% de los profesores con 39 años o menos se encuentran en esta categoría. De los datos obtenidos se desprende también una relación directa entre los años de actividad docente y la escala del profesor al interior de la universidad. Si se toma en cuenta solo dos categorías de clasificación: los docentes titulares y los que no lo son, se observa que el 62% de los profesores titulares tienen más de 14 años de experiencia, mientras que los que no lo son tienen entre 5 a 9 años de experiencia (37.9%), o en su defecto tienen menos de 5 años de actividad docente (33.7%).

Por otra parte, el 49% de los docentes manifestaron haber realizado alguna estancia en una universidad o en algún centro de investigación extranjero, de los cuales solamente el 14% estuvo por un periodo mayor a los dos años, mientras que la mayoría (18%) permaneció por menos de 6 meses (gráfico 4.6). Los profesores titulares representan el 72% de los casos referidos a las estancias mayores de 2 años. Este punto, resulta importante si se tiene en cuenta que la movilidad del profesorado contribuye a incrementar la dedicación a la I+D, especialmente cuando se realiza en países que poseen un nivel científico y tecnológico más avanzado. El establecimiento de estrategias que incrementen el desarrollo de estas actividades parece ser por lo tanto un elemento relevante dentro de las futuras políticas científicas.

Gráfico 4.6. Estancias en universidades o centros de investigación extranjeros

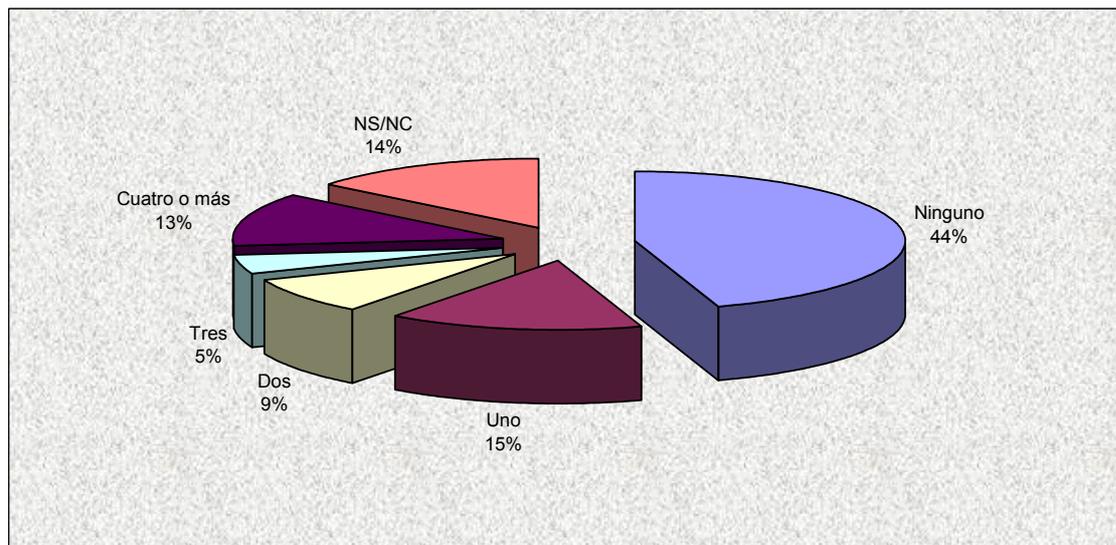


Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad docente

Otro dato importante, es el escaso número de evaluaciones de productividad de la actividad investigadora a la que se someten los docentes. El 44% manifestó no haber participado en ninguna, mientras que el 13% dijo que había participado en cuatro o más. Llama la atención el porcentaje considerable de docentes que no contestaron esta pregunta (que en la gráfica 4.7 esta representado por el grupo NS/NC), lo cual junto con los porcentajes anteriores deja ver que el proceso evaluativo, por lo menos en lo que actividades de investigación concierne, no está lo extendido que debiera. Lo expresado anteriormente puede ser un factor determinante de la escasa productividad científica generada en el ámbito boliviano. Si se considera únicamente el número de publicaciones registradas en Science Citation Index, la participación boliviana representó durante el año 2000 el 0.26% del total de América Latina y el Caribe, y el

0.0075% del total mundial⁸². Este indicador refleja el precario nivel de la actividad investigadora boliviana y plantea la necesidad no solo de formar una mayor masa crítica de investigadores, sino también de avanzar en la mejora de la productividad científica de los mismos, para lo cual se debe, indiscutiblemente, implementar continuos procesos de evaluación.

Gráfico 4.7. Evaluaciones de productividad de la actividad investigadora



Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

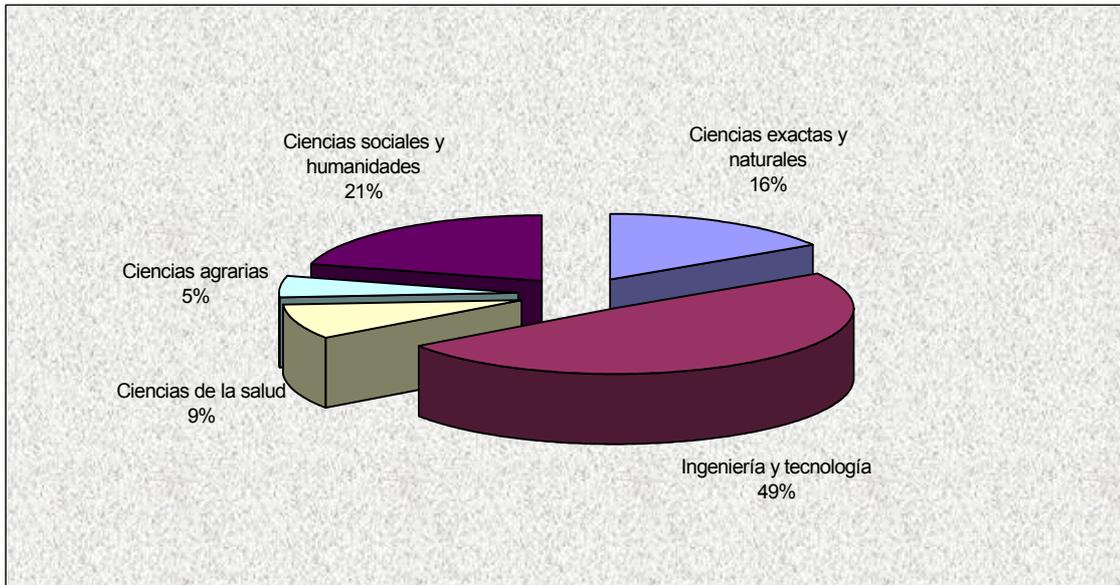
Otra información importante recogida a través de la encuesta es la concerniente al área científica a la cual pertenece el personal docente. El mayor porcentaje de los docentes encuestados se encuentran vinculados al área de la ingeniería y la tecnología con un 49%, seguida del área de las ciencias sociales y humanidades, y de las ciencias exactas y naturales, con un 21% y 16% respectivamente. El grupo de menor participación lo constituye el de las ciencias de la salud, 9%, y el de las ciencias agrarias, 5% (gráfica 4.8)⁸³. Esta distribución guarda una estrecha relación con la naturaleza de los centros de investigación predominantes en la región analizada. Los Departamentos de La Paz, Cochabamba, Potosí y Oruro, concentran el 63% de los centros existentes a nivel nacional y más del 70% de los que se encuentran vinculados a las áreas de la ingeniería y de las ciencias naturales y exactas. Así mismo, presentan el menor número de institutos de investigación en ciencias agrarias. Desafortunadamente al momento de realizar el análisis no se disponía de estadísticas

⁸² Según estimaciones de la Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología (RICYT)

⁸³ Esta distribución se relaciona con la estructura disciplinar existente en las universidades contempladas en el estudio. Las ciencias de la salud constituyen una disciplina consolidada únicamente en dos de las cuatro universidades estudiadas, mientras que las carreras relacionadas con el área de la ingeniería y la tecnología se encuentra presente en todas.

consolidadas relacionadas con el número de alumnos matriculados en cada una de las áreas anteriormente descritas, que permitiera establecer la existencia de alguna posible relación entre la oferta docente de formación y la demanda de estudios universitarios.

Gráfico 4.8. Área científica de la actividad académica

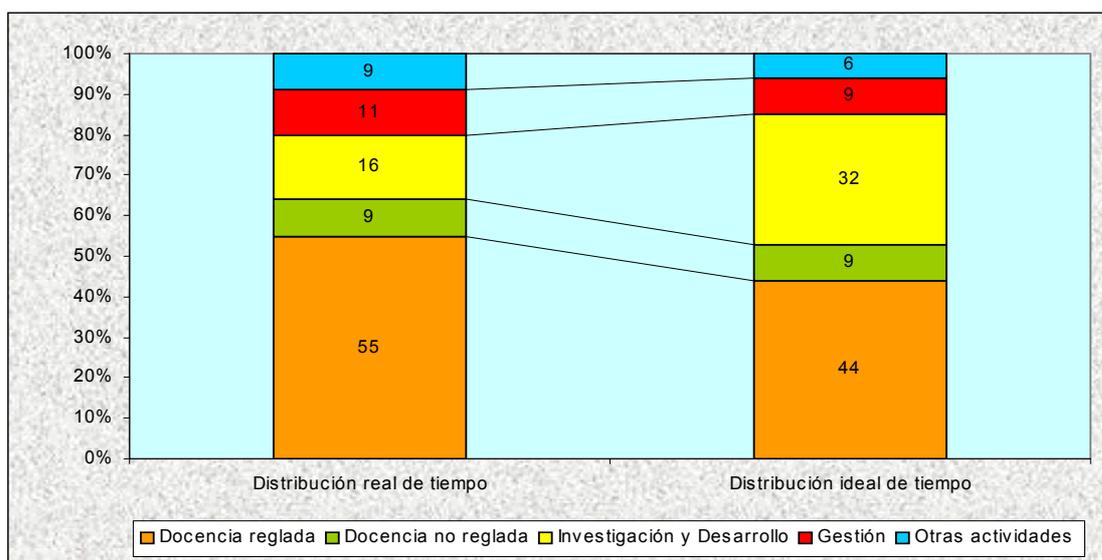


Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

4.1.2. La investigación y desarrollo en la comunidad académica boliviana

Según la información recopilada a través de la encuesta, el 61% de los profesores realizan habitualmente actividades de I+D. Este porcentaje, que de hecho no es muy elevado, se vuelve menos significativo si se tiene en cuenta que los docentes anteriormente mencionados, dedican en promedio solamente el 16% de su tiempo al desarrollo de dichas actividades, mientras que la docencia (reglada y no reglada) consume el mayor porcentaje de las labores académicas (64%). En la gráfica 4.9, se muestra la distribución real, acompañada de una ideal que representa el porcentaje de tiempo que los docentes desearían dedicar a las diferentes actividades universitarias. En primer lugar, se observa una mayor disposición hacia la I+D, reflejado en el hecho de que los docentes preferirían incrementar el tiempo de dedicación a dicha actividad al doble del actual (de 16% al 32%). Esta mayor disposición supondría una penalización de las actividades de docencia y de gestión, a las cuales se le dedica actualmente un porcentaje de tiempo mayor al deseado. En segundo lugar, resulta interesante advertir que de las actividades de docencia, solamente la reglada, es a la que se considera que se le atribuye un tiempo mayor al adecuado, mientras que la no reglada parece estar en el nivel ideal desde la perspectiva docente.

Gráfico 4.9. Distribución de tiempo en las diferentes actividades académicas

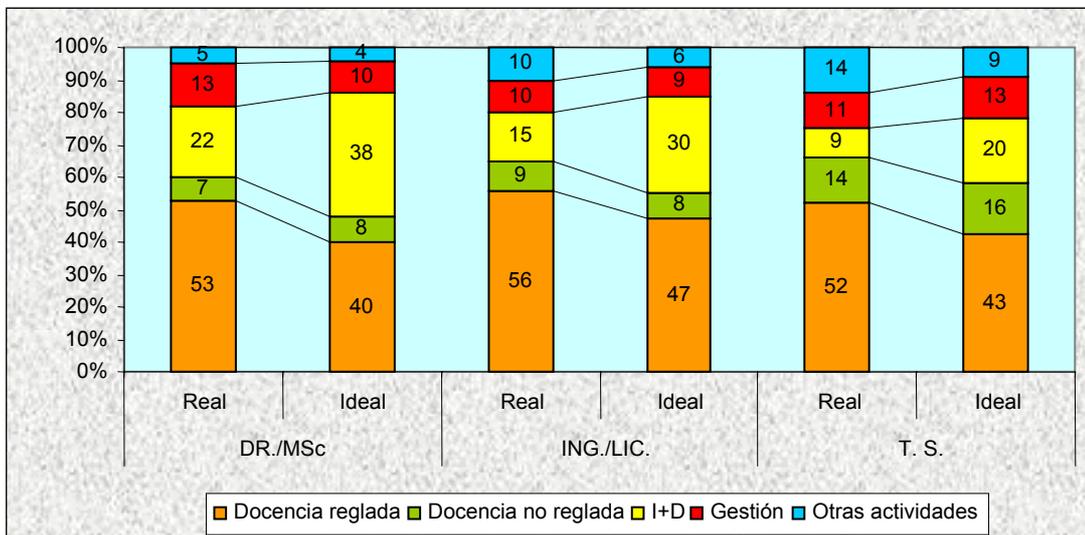


Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

Aunque en términos generales la tendencia anterior se mantiene, ciertas diferencias, son evidenciables cuando se consideran variables como la escala docente, el grado académico o la disciplina científica a la cual pertenece el profesor. Por ejemplo, los

docentes titulares dedican en promedio el 15% de su tiempo a las actividades de gestión, mientras que los que no son titulares solamente el 7%. Debido a lo anterior, los profesores titulares contemplan las actividades administrativas como un lastre y prefieren dedicarle menos tiempo a las mismas, mientras que para los que no son titulares el porcentaje de dedicación actual representa al mismo tiempo el nivel de dedicación deseado. Por otra parte, se observa que a medida en que aumenta el nivel de formación del docente se incrementa también la dedicación a la I+D. Los doctores, distribuyen el 22% de su tiempo a dicha actividad, mientras que los licenciados el 15% y los técnicos superiores el 9%, manteniéndose en todos los casos la disposición de duplicar dicha distribución (gráfico 4.10).

Gráfico 4.10. Distribución del tiempo (real e ideal) según grado académico

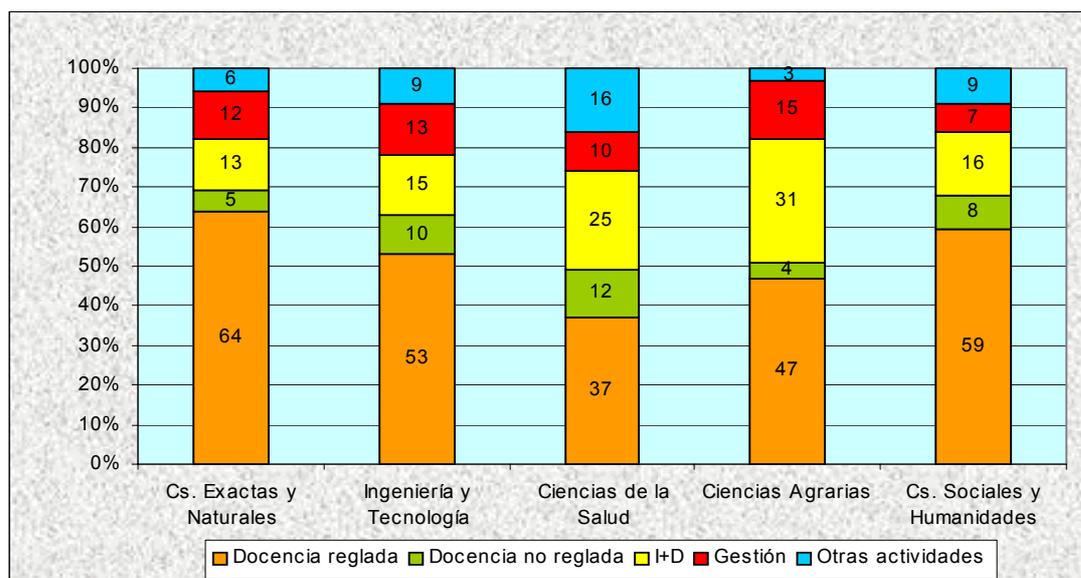


Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

Con relación a la disciplina científica, se destacan los docentes pertenecientes a las ciencias agrarias, los cuales dedican en promedio el 31% de su tiempo a la I+D, mientras que los pertenecientes a las ciencias naturales y exactas solamente el 13% (gráfico 4.11). Este porcentaje llama la atención si se considera que la distribución de los institutos de investigación existentes en la región sigue una tendencia contraria. Las universidades contempladas en la muestra concentran el mayor número de los institutos existentes en el ámbito nacional relacionados con las ciencias naturales y exactas (76%), mientras que tienen el menor número de centros de investigación agraria (31%)⁸⁴.

⁸⁴ Estos porcentajes se basan en los datos suministrados por Telleria (2002), sobre el sistema universitario boliviano.

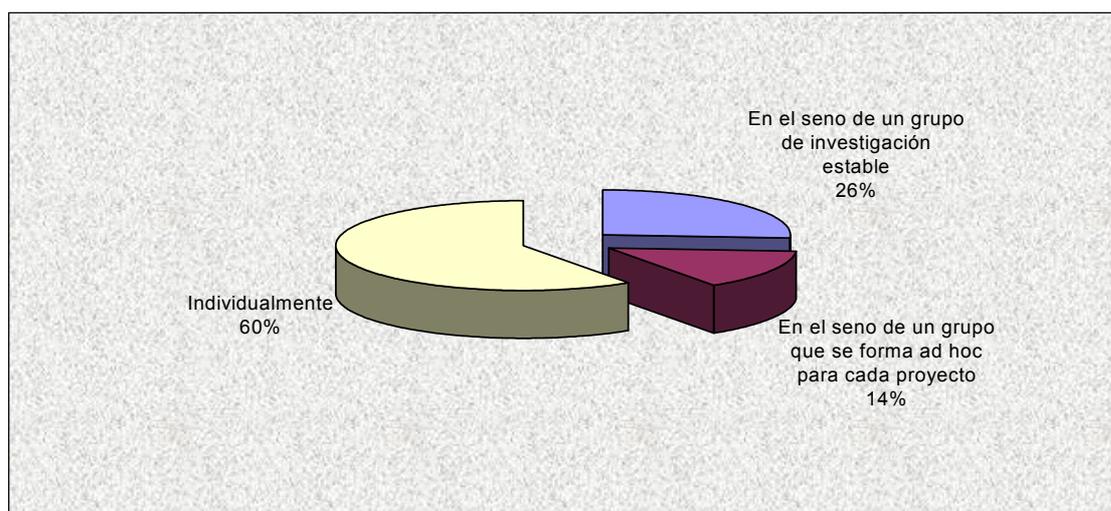
Gráfico 4.11. Distribución del tiempo según área científica



Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

De los docentes que manifestaron realizar actividades de I+D, el 60% las desarrollan de forma individual, el 26% en el seno de un grupo de investigación estable y el 14% en grupos ad hoc que se crean para cada proyecto (gráfica 4.12). Estos resultados son ampliamente disímiles a los encontrados en otros contextos, como por ejemplo España, donde más de dos terceras partes de los docentes que realizan actividades de I+D lo hacen en el seno de un grupo de investigación estable (Azagra, 2004).

Gráfico 4.12. Formas de realización de las actividades de I+D



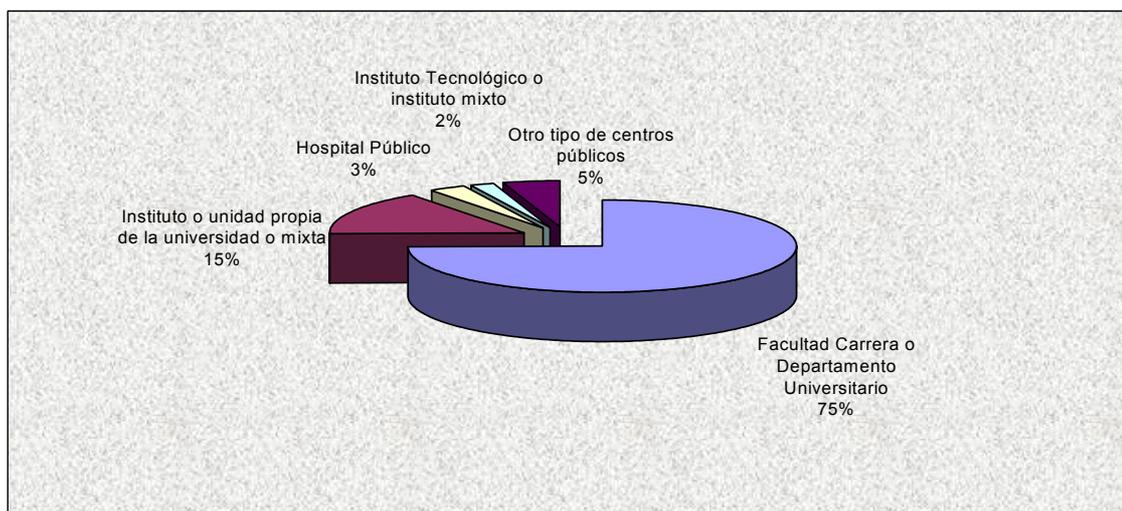
Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

Lo anterior refleja en gran medida el bajo grado de institucionalización que tienen las actividades de I+D en el ámbito universitario, y afecta negativamente la calidad de las

mismas si se tiene en cuenta que la investigación constituye cada vez más una actividad de grupo donde la multidisciplinariedad es un factor importante.

Los grupos en los cuales se desarrolla las actividades de I+D, son en su mayoría estructuras dependientes de alguna facultad, carrera o algún departamento universitario, y en menor proporción de institutos o unidades de investigación, ya sean de carácter universitario o de naturaleza mixta. Estructuras como hospitales, institutos tecnológicos o centros públicos no son significativos entre la muestra seleccionada (gráfica 4.13).

Gráfico 4.13. Estructura principal donde efectúa la actividad de I+D

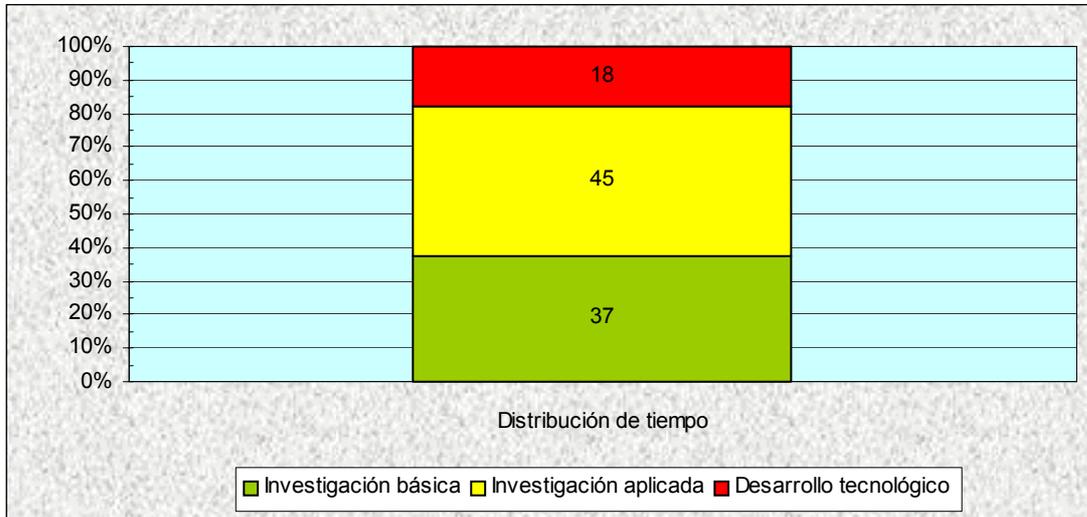


Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

Por tipo de I+D, se observa que los docentes dedican la mayor parte del tiempo a las actividades de investigación aplicada, 45%, seguida de la investigación básica, 37%, y en último lugar el desarrollo tecnológico, 18% (gráfica 4.14). Estos porcentajes varían sustancialmente dependiendo de la disciplina científica a la cual pertenece el docente. En el área de la ingeniería y tecnología, aunque la distribución del tiempo en investigación aplicada se mantiene en el valor medio, se observa una importancia mayor del desarrollo tecnológico, 28%, a la vez que disminuye la dedicación a la investigación básica. Por el contrario en el campo de las ciencias sociales y humanidades, así como en el de las ciencias exactas y naturales, predomina la investigación básica, mientras que el desarrollo tecnológico es prácticamente irrelevante (gráfica 4.15). Este comportamiento muestra una relación positiva entre el tipo de I+D y el tipo de orientación de la disciplina científica, aquellas que tienen una orientación más aplicada y menos basada en la ciencia (ingeniería y tecnología) se orientan en mayor medida a la investigación aplicada y al desarrollo tecnológico,

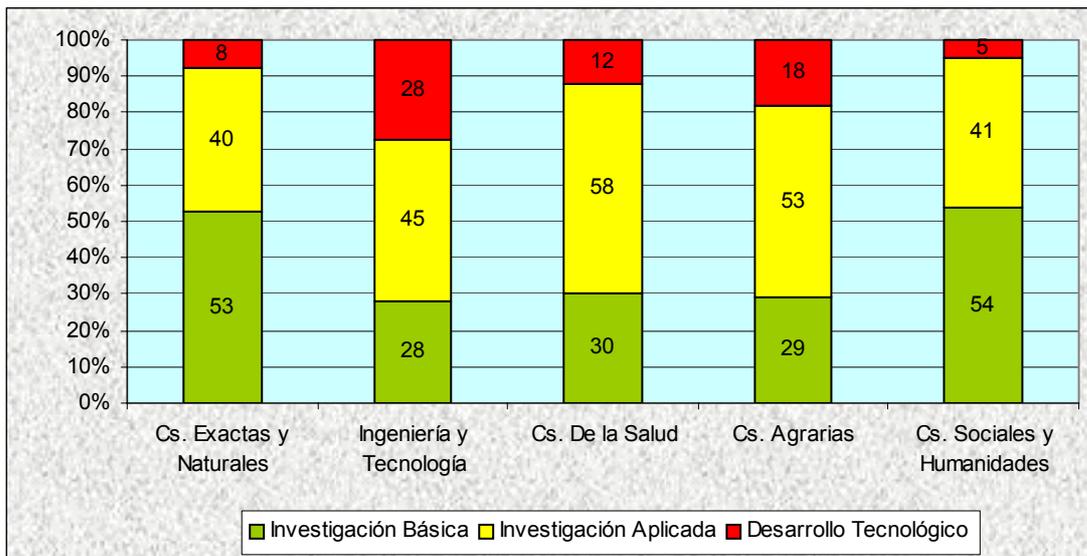
mientras que las áreas más básicas y basadas en la ciencia (ciencias naturales y exactas), tienen una mayor propensión al desarrollo de la investigación fundamental.

Gráfico 4.14. Distribución de tiempo entre los distintos tipos de I+D



Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

Gráfico 4.15. Distribución de tiempo entre los tipos de I+D según área científica

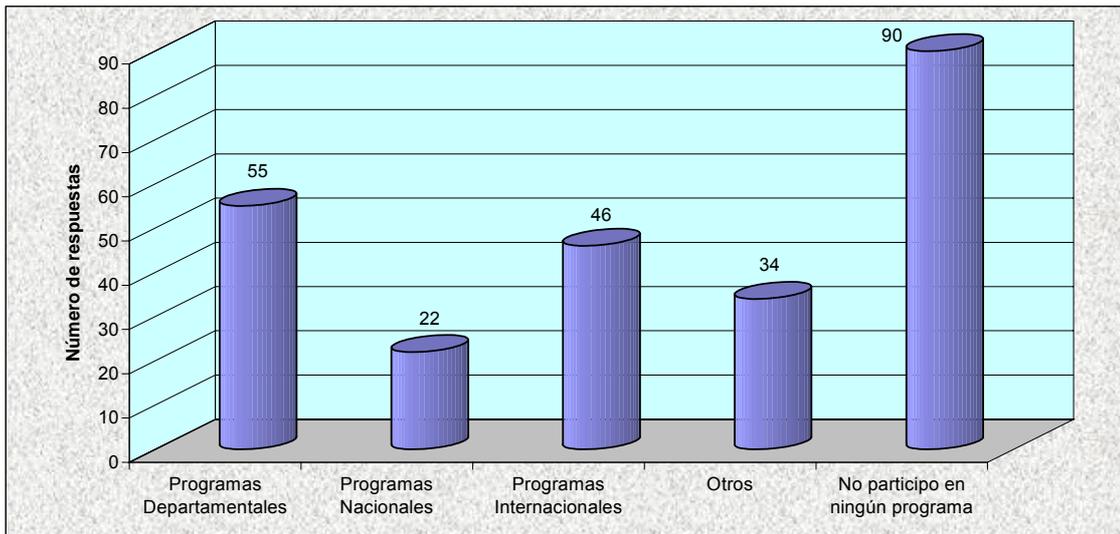


Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

Con relación a la financiación de las actividades de I+D, el 56% de los académicos manifestaron haber recibido apoyo a través de algún programa público, en cuyo caso los más utilizados en orden descendente fueron: los programas departamentales, los internacionales y en ultimo lugar los nacionales (gráfico 4.16). Los presupuestos anuales destinados para I+D son extremadamente modestos, hasta el punto que el 45% de los docentes que realizan dicha actividad ni siquiera cuentan con uno y dependen fundamentalmente de financiaciones esporádicas. El 39%, dispone de

menos de cien mil bolivianos, que en promedio significaría algo más de trece mil dólares anuales y solamente un 1% de los docentes que realizan I+D cuentan con más de un millón de bolivianos. Con este precario nivel de recursos es difícil esperar la consolidación de la I+D como una actividad fundamental dentro del ámbito universitario y como un elemento de desarrollo competitivo (gráfico 4.17).

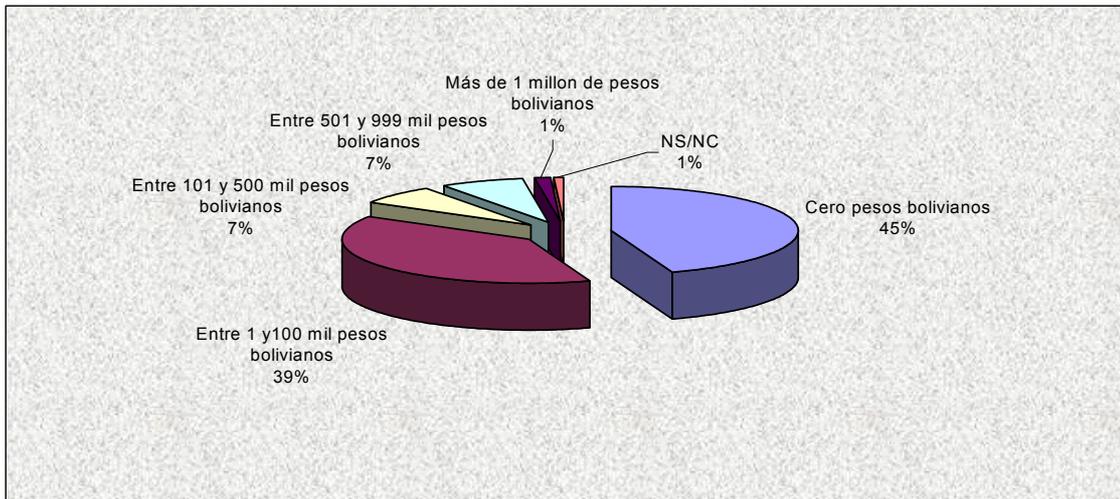
Gráfico 4.16. Programas públicos que financian proyectos de I+D



Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica.

Nota: El número de respuestas es mayor al número de docentes que manifestaron haber realizado actividades de I+D, debido a que se permitió más de una respuesta.

Gráfico 4.17. Presupuesto anual para las actividades de I+D



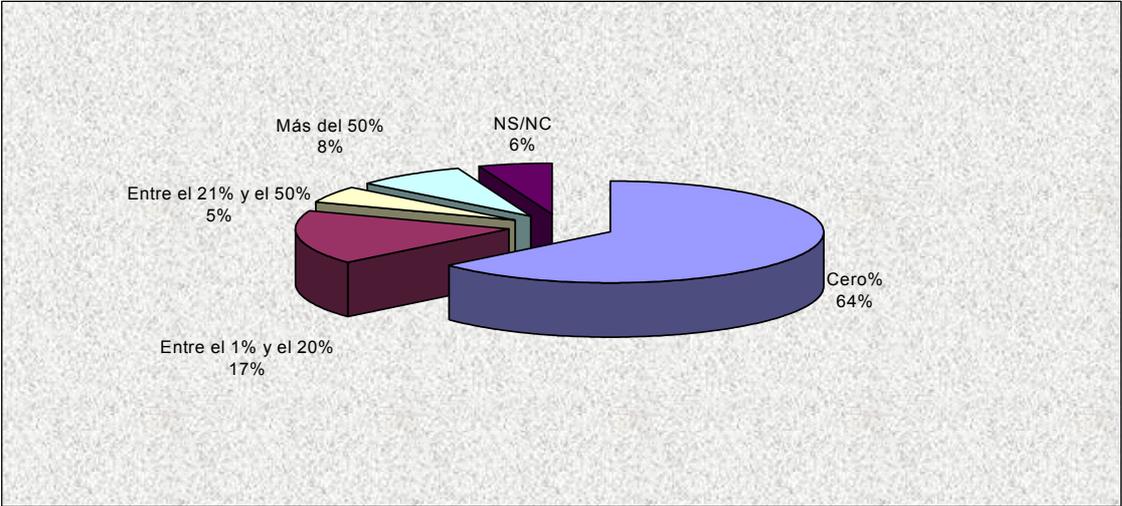
Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica.

Tasa de Cambio: \$US1= 7, 50 Bs. (año 2003)

A la circunstancia descrita se añade, además el escaso apoyo empresarial existente para las actividades de I+D universitarias. El 64% de los docentes que manifestaron tener un presupuesto anual, no reciben ningún tipo de financiación por parte del sector productivo. En el 17% de los casos existe una financiación discreta, que constituye

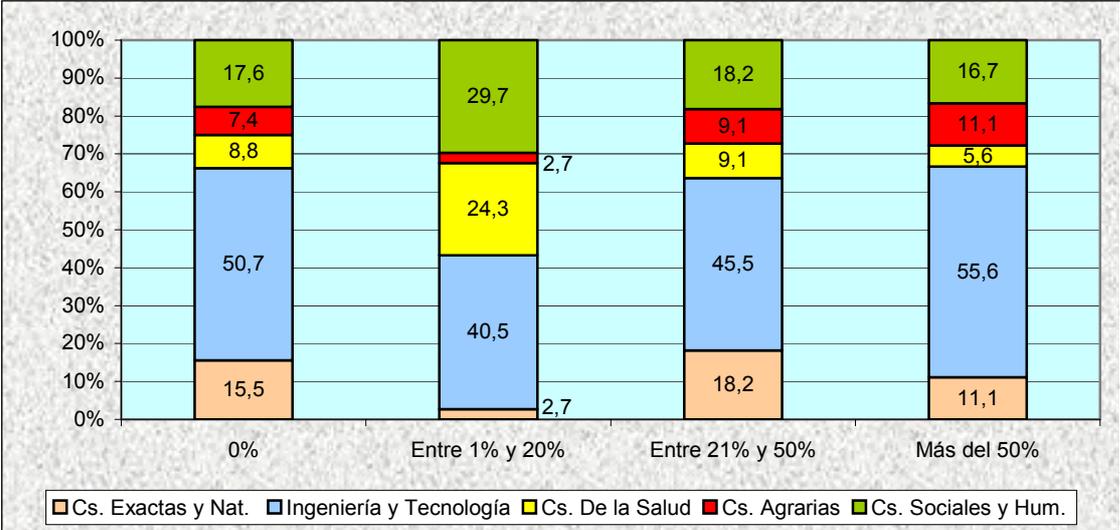
entre el 1 y el 20% del presupuesto y solamente en un 8% de los mismos el apoyo empresarial se vuelve significativo, representando más del 50% de los recursos anuales disponibles (gráfico 4.18). Como elemento a destacar se puede mencionar el hecho de que el porcentaje de apoyo empresarial es mucho mayor en el área de ingeniería y tecnología, lo cual es congruente con la relación existente entre esta disciplina científica y el tipo de I+D que realiza, en otras palabras, entre mayor sea la orientación práctica de la disciplina mayor será su disposición por realizar investigación aplicada y desarrollo tecnológico y gozará de una mayor financiación empresarial (gráfico 4.19).

Gráfico 4.18. Porcentaje del presupuesto anual financiado por las empresas



Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

Gráfico 4.19. Financiación empresarial de la I+D por área científica

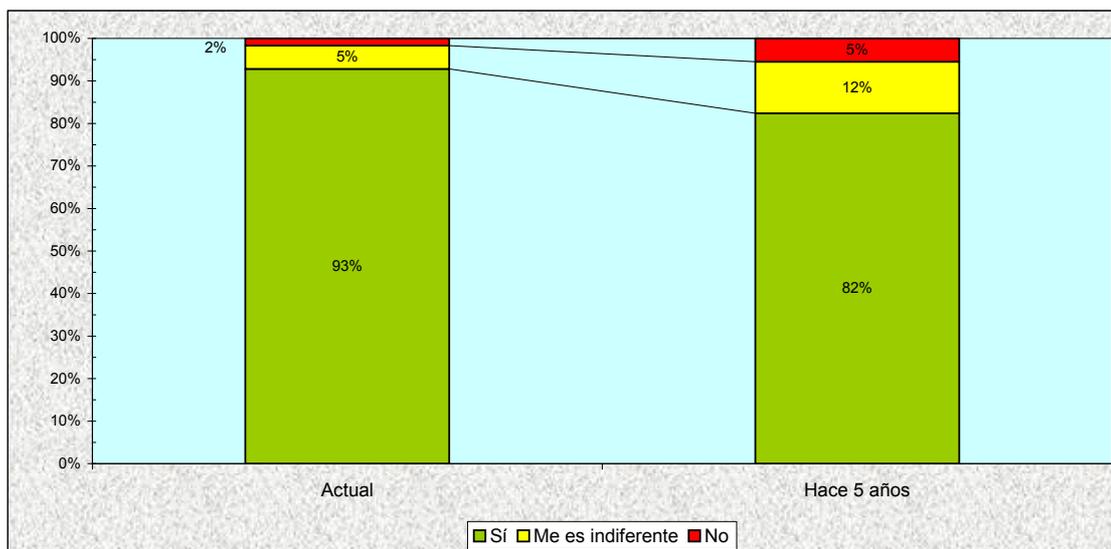


Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

4.1.3. *La opinión de los docentes sobre como debe actuar la universidad en las relaciones universidad empresa*

En términos generales se evidencia una actitud favorable por parte de los docentes para relacionarse con el sector productivo. El 93% de los académicos encuestados consideran adecuado que la universidad desarrolle actividades de I+D para las empresas y solamente el 2% piensan que tal actividad no es necesaria. Según los propios docentes, su disposición hacia la cooperación empresarial, ha experimentado un cambio positivo en los últimos años, reconociéndole una mayor importancia (gráfica 4.20). No obstante, hay que interpretar tal información con mucha cautela debido a los posibles sesgos que se presentan cuando se realizan preguntas retrospectivas de esta naturaleza.

Gráfico 4.20. Opinión sobre actividades de I+D de la universidad para las empresas

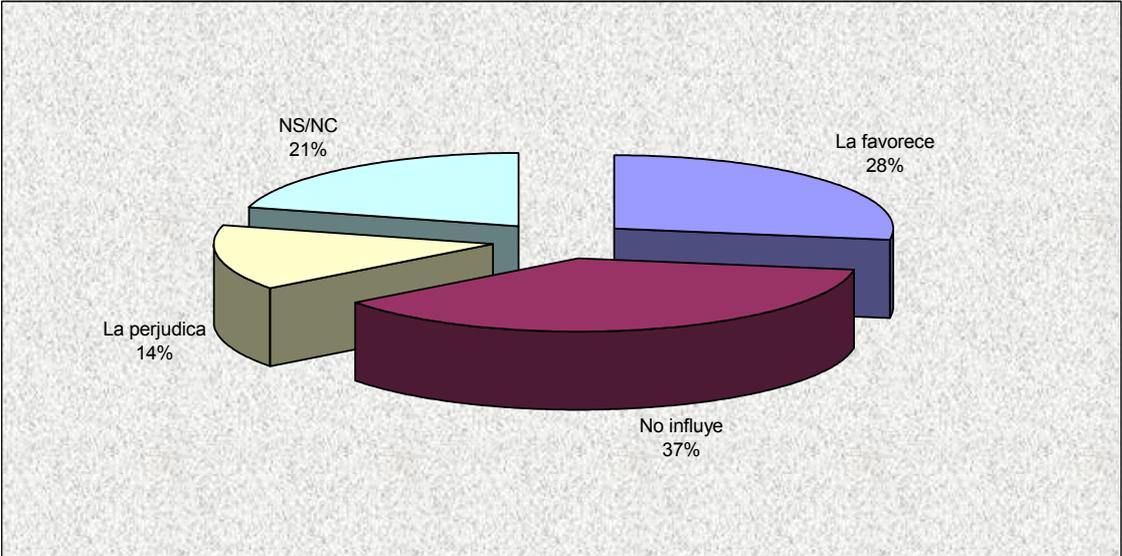


Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

El 37% de los encuestados manifiestan que las políticas universitarias existentes en la actualidad no influyen en el proceso de cooperación con las empresas, mientras que un 28% consideran que lo favorece y un 14% que lo perjudica. Llama la atención el número considerable de docentes que desconocen la cuestión, los cuales representan el 21% de la muestra (gráfica 4.21). Los datos anteriores revisten gran importancia ya que reflejan la percepción de los académicos sobre la orientación institucional de su universidad y condicionan en un momento dado la disposición individual del docente hacia la relación con el entorno productivo. El hecho que un gran porcentaje de los profesores haya manifestado que las políticas no influyen o en su defecto perjudican la cooperación, así como el alto grado de desconocimiento que se evidencia, son claros

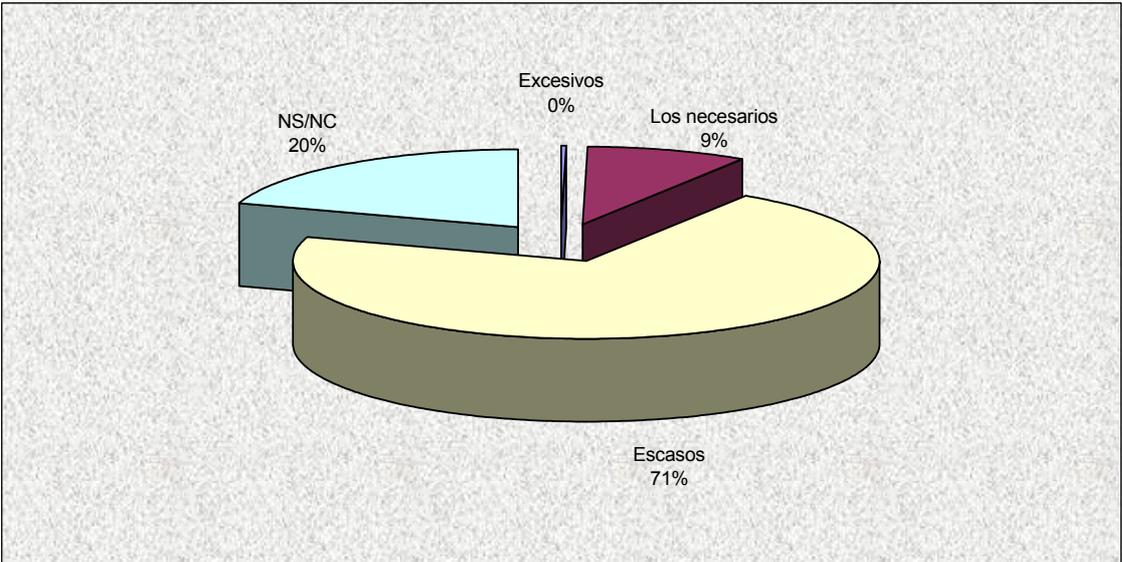
indicios de que se deben adelantar procesos de evaluación y redefinición de las actuales políticas y contemplar la difusión de las mismas como un aspecto central. Lo anterior se ratifica si se considera además, que el 20% de los encuestados desconocen los medios disponibles en su institución para gestionar las relaciones con el sector productivo y la gran mayoría (71%), manifiesta que son escasos (gráfica 4.22).

Gráfico 4.21. Política institucional universitaria para la cooperación con empresas



Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

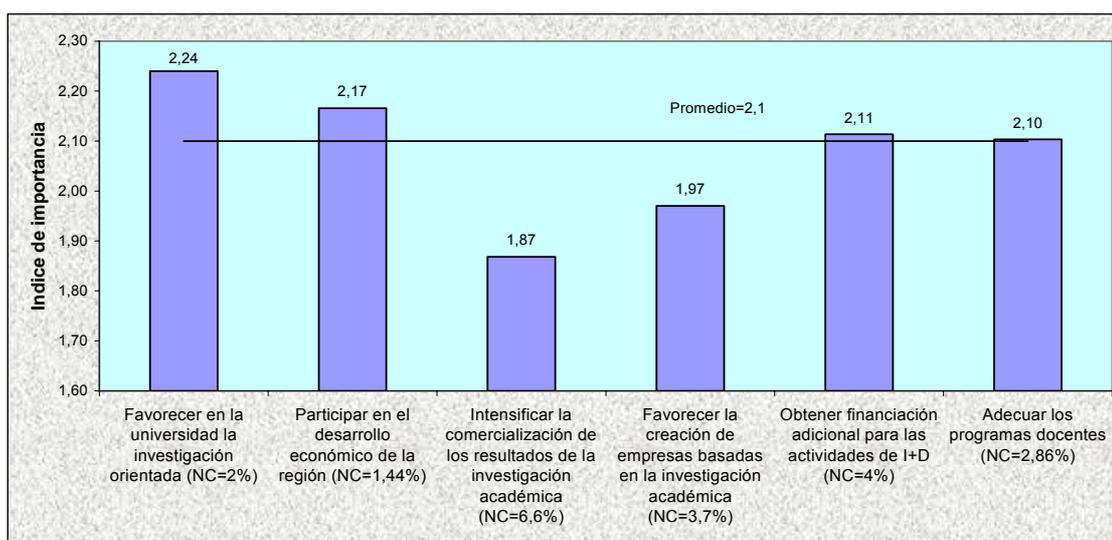
Gráfico 4.22. Medios que dispone la universidad para gestionar la relación con la empresa



Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

La encuesta también indagó sobre los principales beneficios que, a juicio de los docentes, obtiene la universidad a través de los procesos de cooperación con las empresas. En este sentido entre los objetivos más valorados para apoyar las relaciones universidad-empresa se destacan en orden de importancia: favorecer la investigación orientada en la universidad, participar en el desarrollo económico de la región, obtener financiación adicional para las actividades de I+D y adecuar los programas docentes (gráfica 4.23). Como puede observarse los aspectos más valorados se relacionan fundamentalmente con el fortalecimiento de las funciones tradicionales de docencia e investigación, ésta última orientada hacia las necesidades específicas del entorno socioeconómico. Así mismo, es importante destacar, que la obtención de recursos financieros es igualmente valorada que adecuación de los programas docentes, lo cual significa que el proceso de cooperación comienza a entenderse dentro de la comunidad académica como un “puente de doble vía” y no solo como una relación de oferta y demanda.

Gráfico 4.23. Objetivos de las relaciones universidad empresa



Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

Por otra parte, los objetivos que gozan de menos aceptación se relacionan con la creación de empresas basadas en la investigación académica y la intensificación de los resultados derivadas de las mismas. Este último punto, recuerda los resultados obtenidos por Lee (1996), para el caso estadounidense, donde en términos generales los académicos se manifestaban a favor de la vinculación universidad empresa, pero rechazaban la idea de que sus instituciones se implicaran en relaciones comerciales estrechas con el sector privado por medio de la puesta en marcha de ideas de negocio. Lo anterior refleja que aunque la percepción sobre la cooperación ha ido

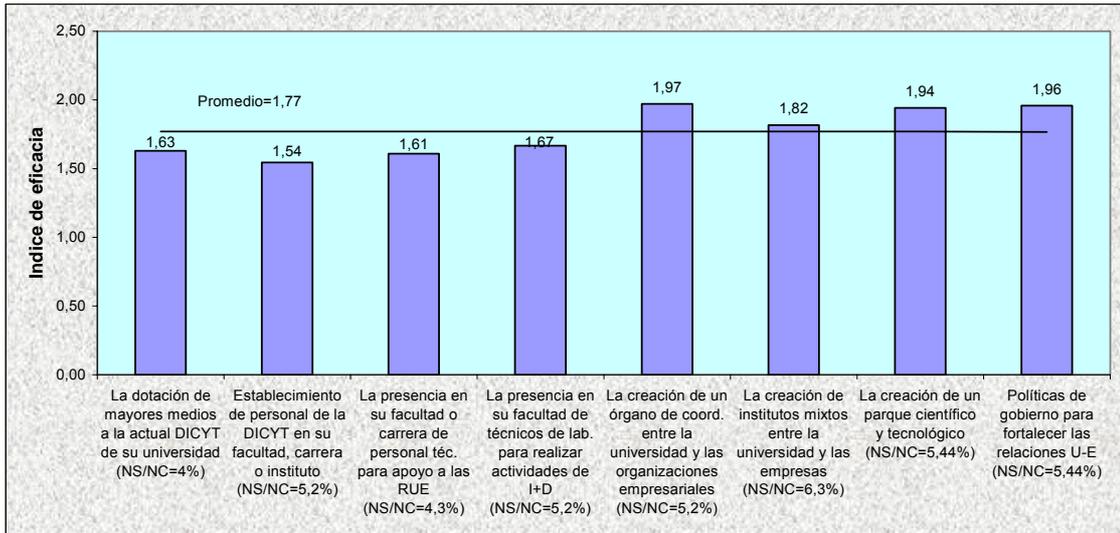
mejorando y en términos generales ha dejado de concebirse como algo impropio dentro la institución académica, aun se mantienen ciertas prevenciones, relacionadas fundamentalmente con la adopción por parte de la universidad de algunas funciones comerciales, las cuales son en gran parte contrarias a los valores clásicos que han marcado la evolución de la misma. No obstante, es importante advertir que en el contexto específico boliviano la escasez de resultados adecuados para comercializar constituye un factor determinante a la hora de valorar dicha función.

Con relación a los mecanismos de fomento a la relación, los docentes consideran más eficaces los instrumentos orientados al desarrollo de estructuras que faciliten la vinculación que aquellos orientados al desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas del personal. En este orden de ideas, los docentes prefieren dentro del conjunto de mecanismos posibles, la creación de órganos de coordinación entre la universidad y la empresa, así como la creación de parques tecnológicos e institutos mixtos de investigación. Se valora igualmente instrumentos de carácter indirecto como las políticas gubernamentales de apoyo a las relaciones (ver gráfico 4.24). Entre los instrumentos menos preferidos se destaca el establecimiento de personal dentro de la facultad, carrera o instituto tanto para el apoyo a la vinculación como para el fortalecimiento de la I+D. Parece ser que para los docentes lo más importante dentro de las estrategias de cooperación lo constituye el establecimiento de instrumentos de fomento directo y no la consolidación de las capacidades internas de I+D, las cuales como ya se ha notado, no presentan un desarrollo suficiente. Llama la atención que dentro de los mecanismo de fomento contemplados en la encuesta, la dotación de mayores recursos a las actuales DICYT presente un nivel de valoración inferior al promedio, lo cual, teniendo en cuenta que los recursos han sido reconocidos como escasos por los propios docentes, hace suponer que dichas estructuras son consideradas poco eficientes.

En último lugar, dentro de este apartado se preguntó sobre la importancia que los docentes le conceden a ciertos servicios para el desarrollo de las relaciones. Los resultados obtenidos demuestran que lo más relevante para los académicos lo constituye el apoyo financiero. Los servicios más valorados se relacionan con el acceso a información sobre las diferentes ayudas existentes (nacionales, extranjeras, públicas o privadas) para financiar la RUE. Con menor intensidad, pero igualmente significativos, son reconocidos los servicios de carácter regulatorio (marco normativo adecuado, gestión económica eficaz y flexible) y aquellos orientados a la identificación de socios empresariales (ver gráfico 4.25). Por debajo del nivel de valoración

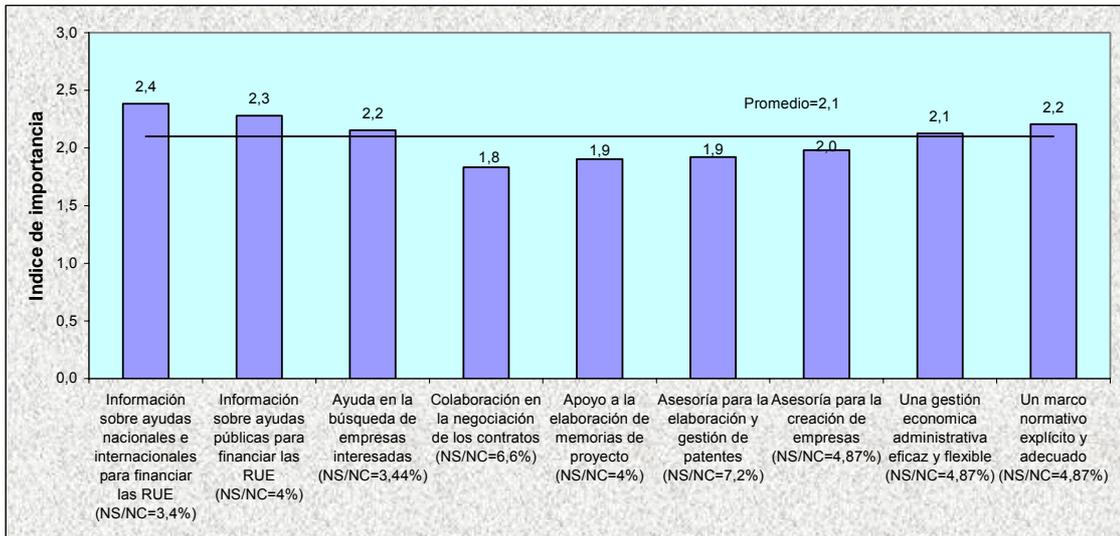
promedio, se encuentran los servicios más cercanos al proceso de negociación (contratos, gestión de patentes, elaboración de memorias de proyecto), así como la asesoría para la creación de empresas. Este último aspecto se deriva en parte del poco interés que, desde la perspectiva institucional, tiene para los docentes la comercialización directa del conocimiento académico.

Gráfico 4.24. Valoración de los mecanismos para fomentar las RUE



Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

Gráfico 4.25. Importancia de los servicios para desarrollar las RUE

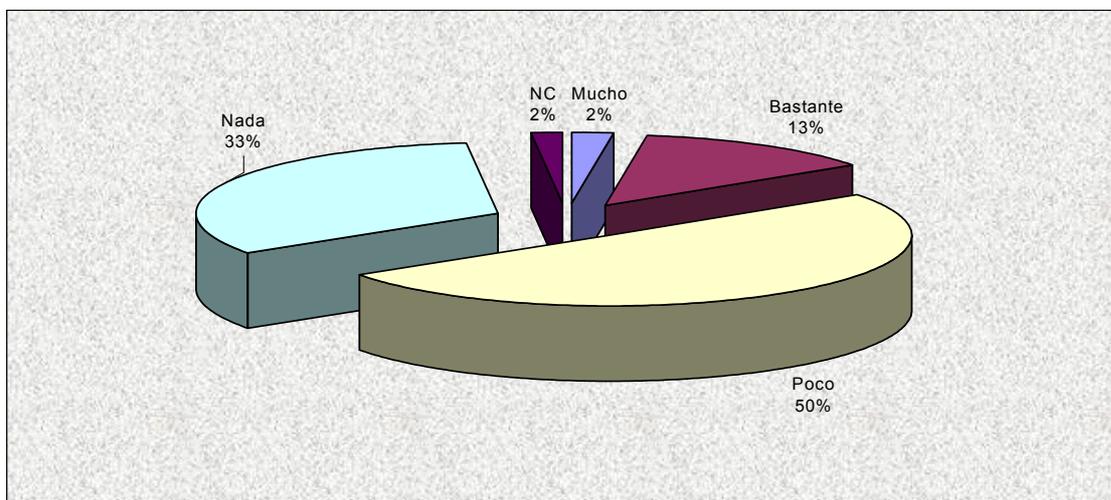


Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

4.1.4. La opinión sobre la actuación de los propios encuestados

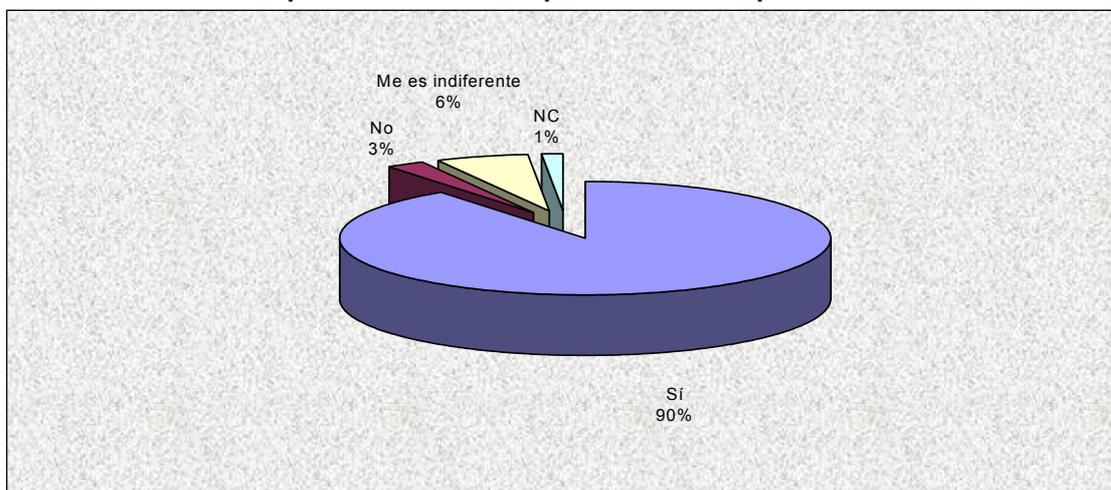
EL 33% de los docentes encuestados manifiestan que no se relacionan con las empresas para el desarrollo de actividades de I+D, el 50% lo hace poco y un 15% lo hace bastante o mucho (gráfica 4.26). Así mismo, la gran mayoría de los consultados (90%) están interesados en incrementar su grado de cooperación con el sector productivo y solamente un 6% manifiestan que le es indiferente (gráfica 4.27). Estos porcentajes son congruentes con los resultados presentados en el apartado anterior, que demuestran que también desde la perspectiva institucional la relación es concebida como una acción importante.

Gráfico 4.26. Cooperación con las empresas en actividades de I+D



Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a los docentes

Gráfico 4.27. Interés por aumentar la cooperación con empresas



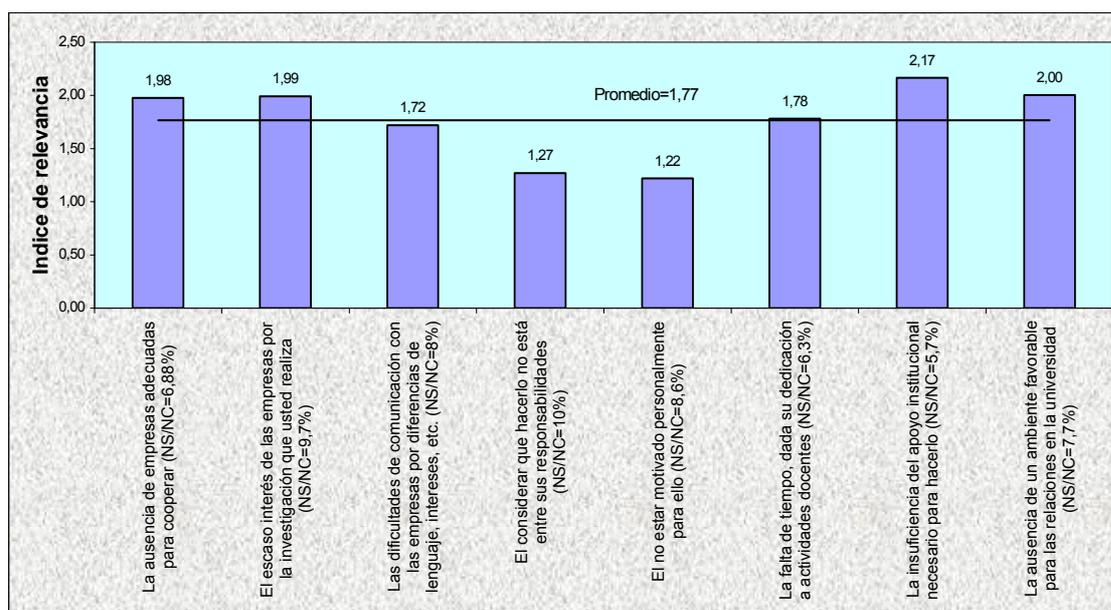
Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a los docentes

Un aspecto imprescindible de analizar en aras a la definición de estrategias que fomenten la relación universidad empresa, lo constituye sin lugar a dudas la identificación de aquellos elementos que a juicio de los docentes representan serios obstáculos para el proceso de cooperación (gráfica 4.28). En este sentido, los resultados obtenidos revelan obstáculos tanto al interior de la institución como en su entorno. En el ámbito universitario, el principal problema lo representa la ausencia de un ambiente interno favorable para las relaciones y el insuficiente apoyo institucional, todo ello derivado fundamentalmente de políticas inadecuadas y del escaso nivel de recursos existente para el desarrollo de la cooperación. Por otra parte, la falta de tiempo, dada la dedicación a las actividades docentes, constituye también un freno importante y refuerza la impresión ya mencionada de que existe una tensión entre la actual carga docente y la voluntad por realizar más actividades de I+D. Con relación al entorno, los principales obstáculos identificados por los docentes se relacionan con la ausencia de empresas adecuadas para cooperar, así como el escaso interés de las mismas por la investigación universitaria. Esta última percepción tiene una fuerte solidez si se tiene en cuenta que la mayor parte de las empresas existentes en la región, y en Bolivia en general, pertenecen a sectores tradicionales y tecnológicamente poco desarrollados, los cuales no contemplan la I+D como una herramienta fundamental para su desarrollo competitivo⁸⁵.

Entre los factores que ocupan el último lugar en la valoración y que por lo tanto no se perciben como obstáculos considerables para la cooperación se encuentran la falta de motivación personal para entablar la relación o el considerarla ajena a sus responsabilidades, lo cual consolida aun más la percepción favorable que tienen los académicos sobre la relación con el sector productivo. Los resultados anteriores varían poco con relación al nivel de colaboración que los encuestados manifestaron tener con las empresas. En este sentido, la diferencia más significativa se encuentra en que para los docentes que cooperan poco la ausencia de un ambiente favorable dentro de la universidad constituye un obstáculo muy importante, mientras que para los que cooperan bastante dicho factor no es tan relevante. Lo anterior puede significar que aquellos profesores que han desarrollado un acercamiento mayor con las empresas han logrado vencer ciertas trabas internas y que por lo tanto el ambiente universitario no le representa mayor problema, o en su defecto que aquellos que no cooperan no tienen conocimiento adecuado de su entorno institucional y que por lo tanto lo perciben como inadecuado.

⁸⁵ Al respecto puede consultarse el estudio realizado por Aguirre, C. y Kaufmann, F. (2003), sobre la innovación en las PYMES bolivianas.

Gráfico 4.28. Obstáculos a las relaciones universidad empresa

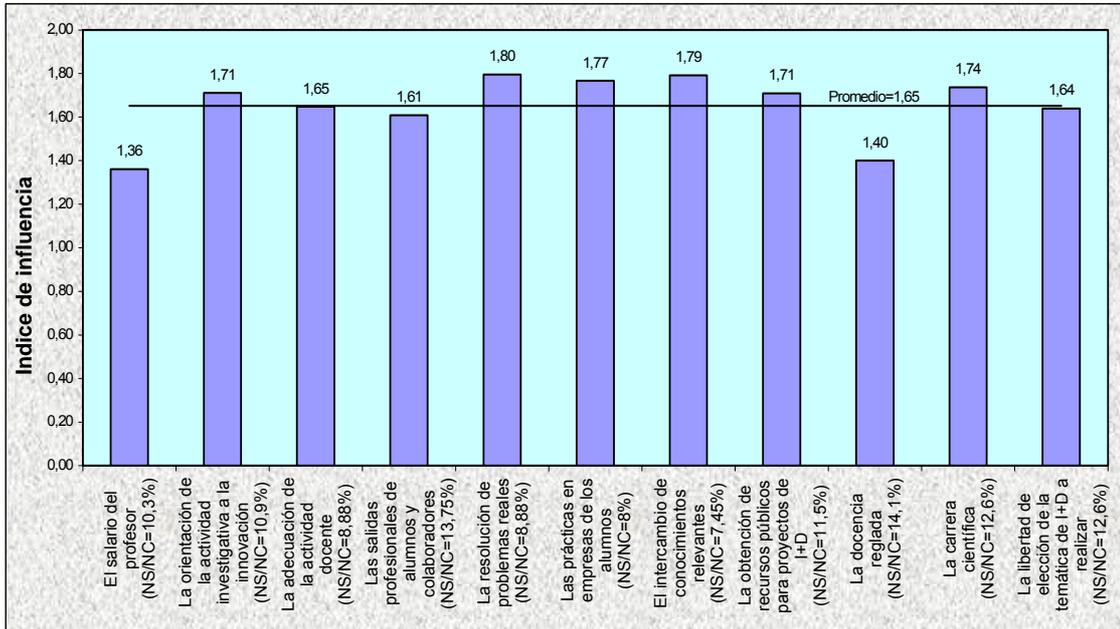


Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

En este apartado, se volvió a indagar sobre cuales son los beneficios más importantes derivados de la relación con las empresas, pero no desde una perspectiva institucional, sino desde la posición de los mismos docentes. Los resultados obtenidos corroboran que, aun a nivel personal, los principales beneficios se relacionan con el fortalecimiento de las actividades de enseñanza e investigación. A través de la relación se promueve la resolución de problemas reales así como el intercambio de conocimientos relevantes. De igual forma son considerados como incentivos importantes, la movilidad de los estudiantes por medio de prácticas empresariales, la evaluación de las actividades científicas, la obtención de recursos públicos para la I+D y la orientación de la actividad investigadora a los procesos de innovación (gráfica 4.29). Adviértase que la mayor parte de los factores anteriores están estrechamente relacionados con las nuevas formas de producción de conocimiento, o tal como lo expone Gibbons *et al.* (1994) la producción de conocimientos en “modo 2”, con lo cual se observa un cambio en la mentalidad de los académicos y una orientación, por lo menos a nivel cognitivo, de sus actividades (formación e investigación) hacia el campo de la aplicación. Por otra parte, se afianza la percepción de la cooperación como una relación biunívoca, cuyos beneficios más relevantes no son de carácter financiero sino aquellos que se derivan del conocimiento generado e intercambiado a través del desarrollo de los procesos de aprendizaje. Con una valoración promedio se reconoce que la relación influye en la adecuación de las actividades docentes, en la libertad para elegir la temática de la I+D a realizar y en la colocación profesional de alumnos y

colaboradores. Mucho más lejos queda el posible impacto en el salario del profesor y en la docencia reglada.

Gráfico 4.29. Incentivos que influyen en la relación con empresas

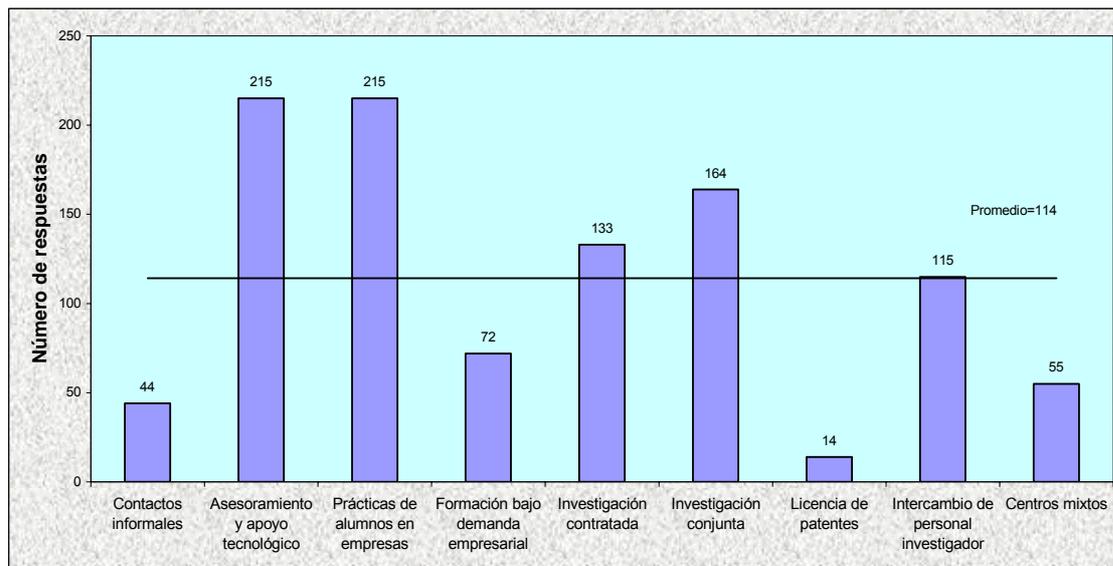


Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

Dentro de los mecanismos preferidos por los docentes para cooperar con las empresas, las actividades de asesoramiento y apoyo tecnológico superan ampliamente a las de investigación y obtienen una valoración igual a las prácticas de alumnos en las empresas, el cual constituye el instrumento actual más extendido. Igualmente, dentro de las actividades de investigación, la conjunta supera a la contratada, afianzando con ello lo expresado anteriormente sobre la importancia del intercambio de conocimientos dentro de los beneficios de la cooperación. No obstante, hay que advertir que la investigación colaboradora que se pretende, presenta algunas limitaciones considerando el hecho de que el intercambio de personal investigador no resultó igualmente valorado. Las licencias de patentes ocuparon el último lugar, lo cual era de esperarse si se tiene en cuenta el precario nivel de patentes otorgadas en el ámbito boliviano. La formación bajo demanda empresarial se encuentra por debajo de la valoración promedio, indicando con ello que los docentes parecen estar conformes con el nivel adquirido en los procesos de formación universitaria y no consideran importante extenderlos en el campo empresarial. Un aspecto que llama la atención es que los contactos informales hayan sido tan escasamente valorados, a pesar de que constituyen la base de la mayoría de los acercamientos actuales (gráfica 4.30). Lo anterior puede obedecer a que los académicos no tienen muchas expectativas cuando

la relación se establece de manera informal o desean darle un carácter institucional a los diferentes contactos. En todo caso, aunque uno de los objetivos finales dentro del proceso de cooperación universidad empresa sea indiscutiblemente su afianzamiento en el ámbito institucional como una actividad más, no hay que olvidar que la misma se basa en la confianza generada entre los agentes, para lo cual en muchos casos una primera etapa de conocimiento o aproximación informal resulta a veces necesaria.

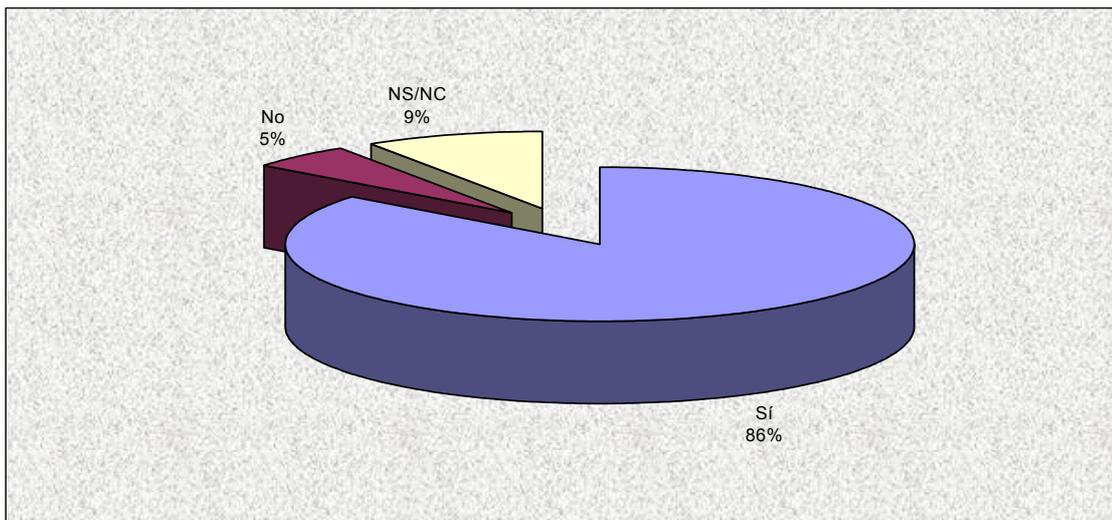
Gráfico 4.30. Actividades preferidas en la relación con las empresas



Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

Por último, resulta contradictorio el hecho de que la mayor parte de los docentes (86%) se hayan mostrado a favor de la creación de empresas derivadas de las actividades universitarias cuando en preguntas anteriores dicho factor no fue reconocido como un objetivo de la RUE, y el asesoramiento para la creación de las mismas tampoco representó un servicio importante (gráfica 4.31). Para este elemento en particular, la concepción de los docentes cambia en función de la perspectiva (institucional o personal) que adopten, o dicho de otra forma, la creación de empresas derivadas no es una actividad institucionalmente adecuada para la universidad, pero sí tiene cabida si es realizada a título personal por los docentes. En este caso la universidad actuaría más como garante de la relación que como ejecutora de la misma.

Gráfico 4.31. Disposición para la creación de empresas derivadas de la universidad



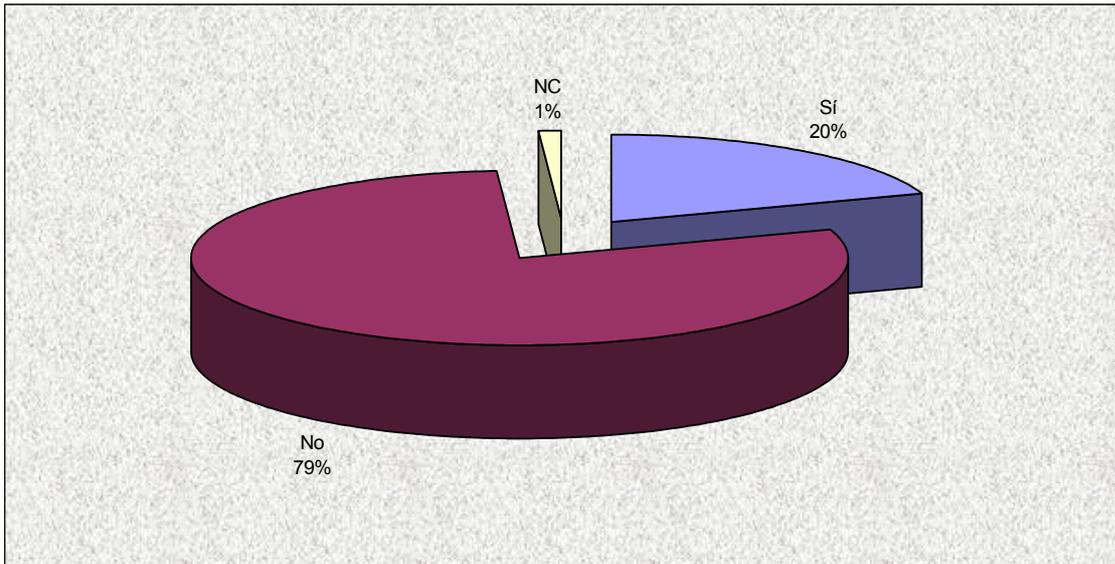
Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

4.1.5. La visión sobre los otros actores de la relación

Hasta este punto solamente se ha analizado la visión que los académicos tienen de las relaciones con el sector productivo desde una perspectiva institucional y personal. No obstante, es importante considerar, según la opinión de los docentes, los principales elementos relacionados con la empresa que determinan las estrategias de acercamiento o los obstáculos para la cooperación. En este sentido, el primer punto indagado fue con relación al nivel general de contratación que tienen los académicos con las empresas, independientemente de que se trate o no de proyectos de investigación o desarrollo. Los resultados muestran que, aun en campos distintos a la I+D, la relación universidad empresa es muy escasa. Solamente el 20% de los docentes encuestados participan normalmente en la realización de contratos con empresas, y frecuentemente con aquellas que tienen mayor proximidad geográfica, prefiriendo en orden descendente: las empresas departamentales, nacionales y por último las extranjeras (gráfica 4.32 y 4.33).

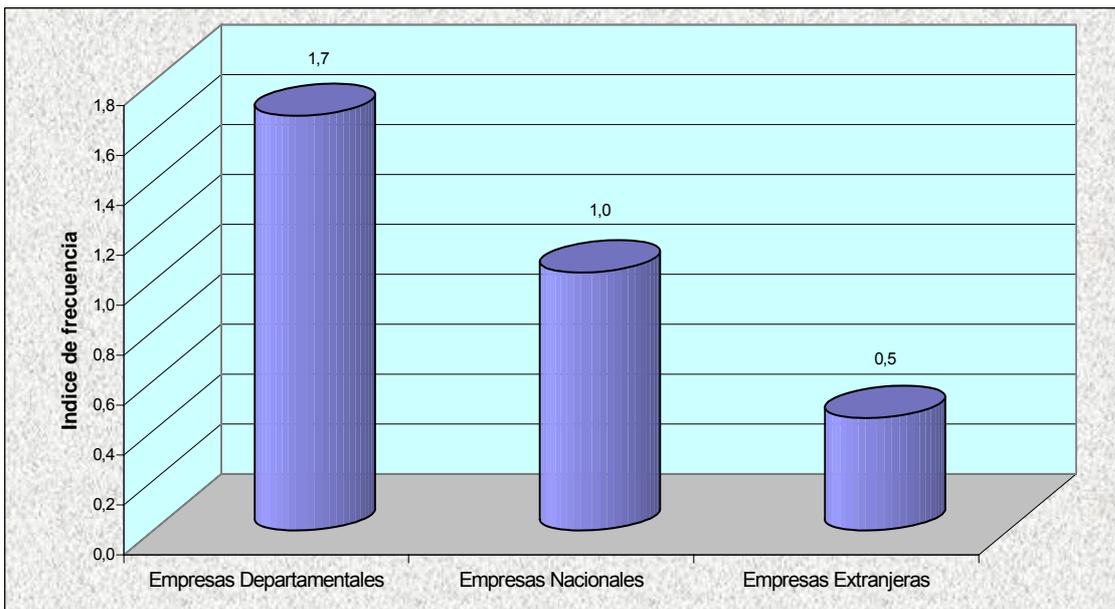
Atendiendo al tamaño empresarial, es mucho más frecuente la contratación con empresas pequeñas que con las grandes. Para los docentes encuestados, las PYMES ocupan el primer lugar como contratantes de servicios, seguida de las microempresas y por último de las grandes empresas (gráfica 4.34), las cuales a su vez tienen una participación minoritaria en el número de organizaciones que conforman el tejido industrial boliviano.

Gráfico 4.32. Participación en contratos con empresas



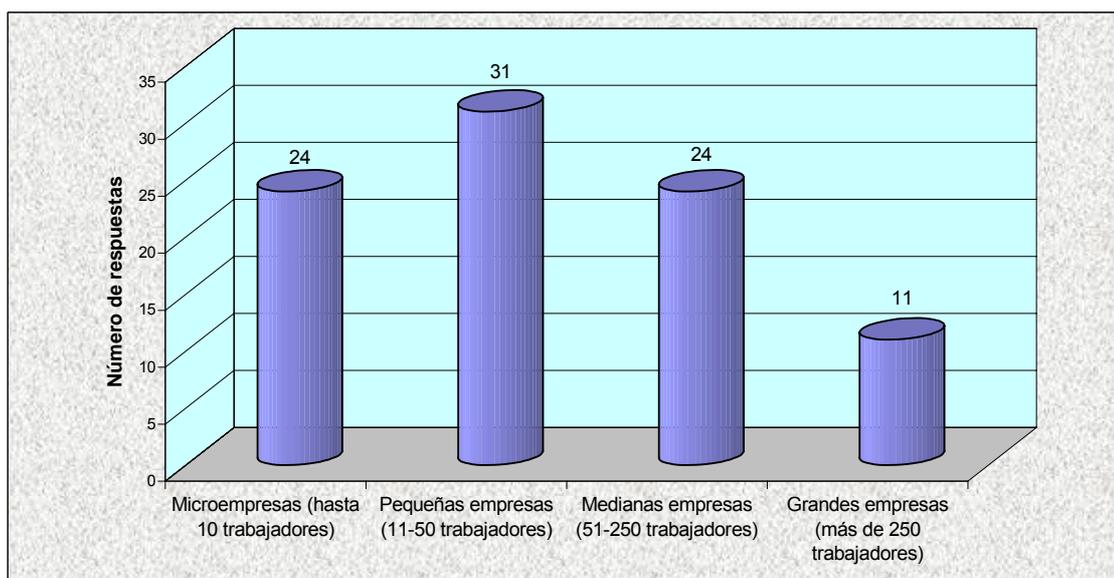
Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

Gráfico 4.33. Frecuencia de cooperación con empresas, según su ubicación geográfica



Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

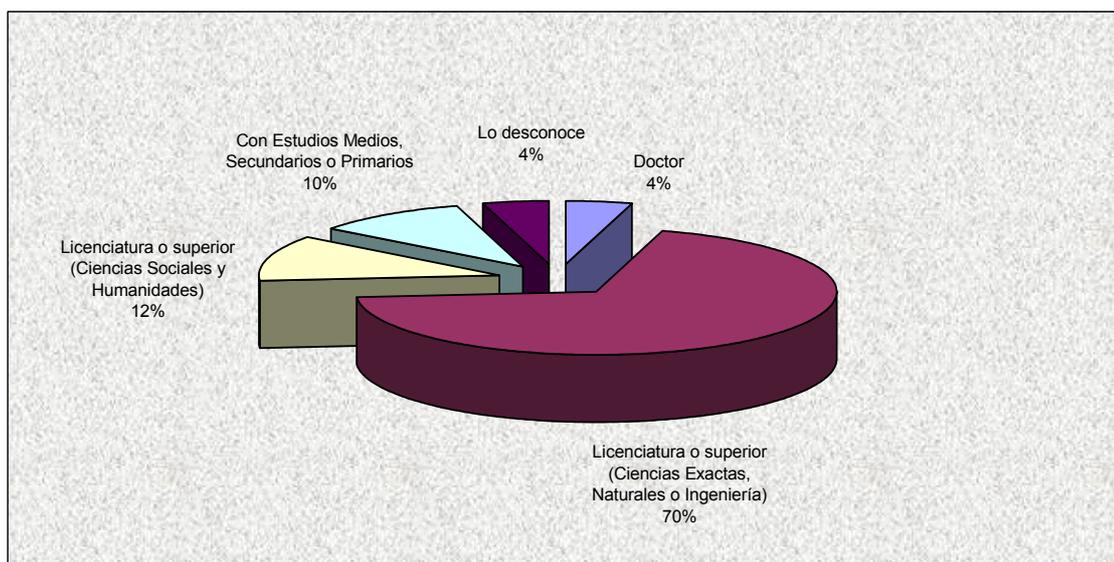
Gráfico 4.34. Frecuencia de contratación con empresas, según su tamaño



Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

Según los docentes, el personal de la empresa que le sirve de interlocutor en los procesos de relación posee, en la mayoría de los casos, un nivel de licenciatura o técnico superior, especialmente en las áreas de las ciencias exactas, naturales o ingeniería y solamente un 4% posee un título de postgrado (gráfica 4.35).

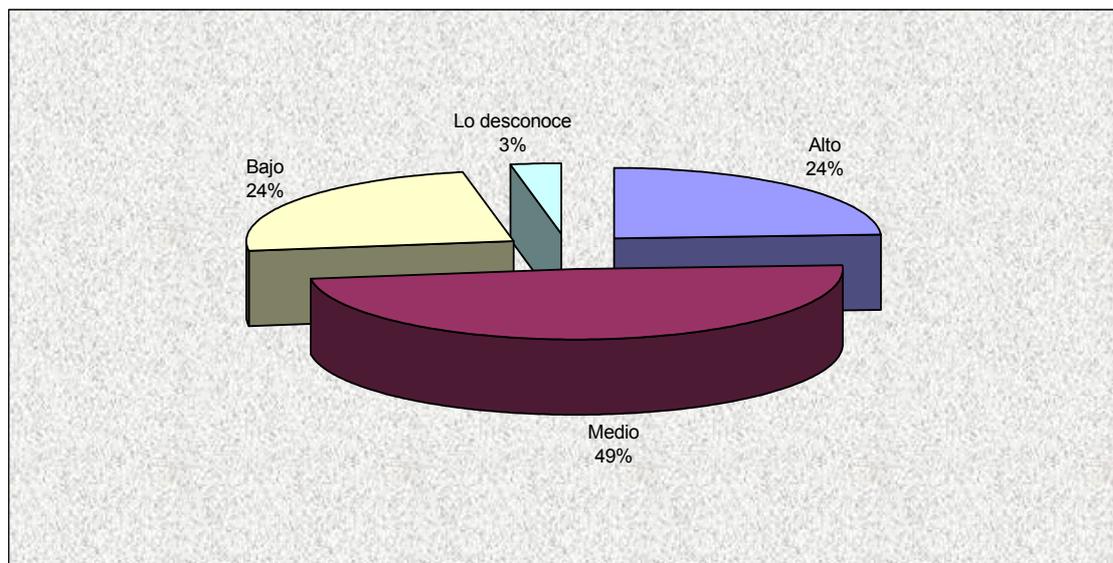
Gráfico 4.35. Nivel de formación del interlocutor en la empresa



Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

Otro factor determinante en las relaciones lo constituye el nivel tecnológico de la organización empresarial. Según los encuestados, el 49% de las empresas con las cuales se relacionan tienen un nivel tecnológico medio, el 24% un nivel tecnológico bajo y un porcentaje similar opinan que tienen un nivel tecnológico alto (gráfica 4.36).

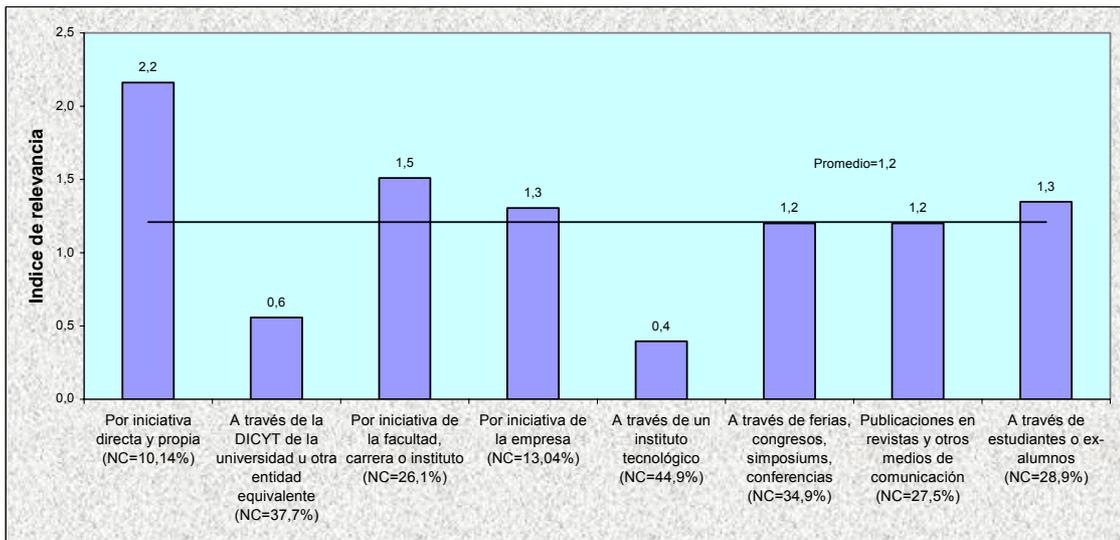
Gráfico 4.36. Nivel tecnológico de las empresas con las que se relacionan



Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

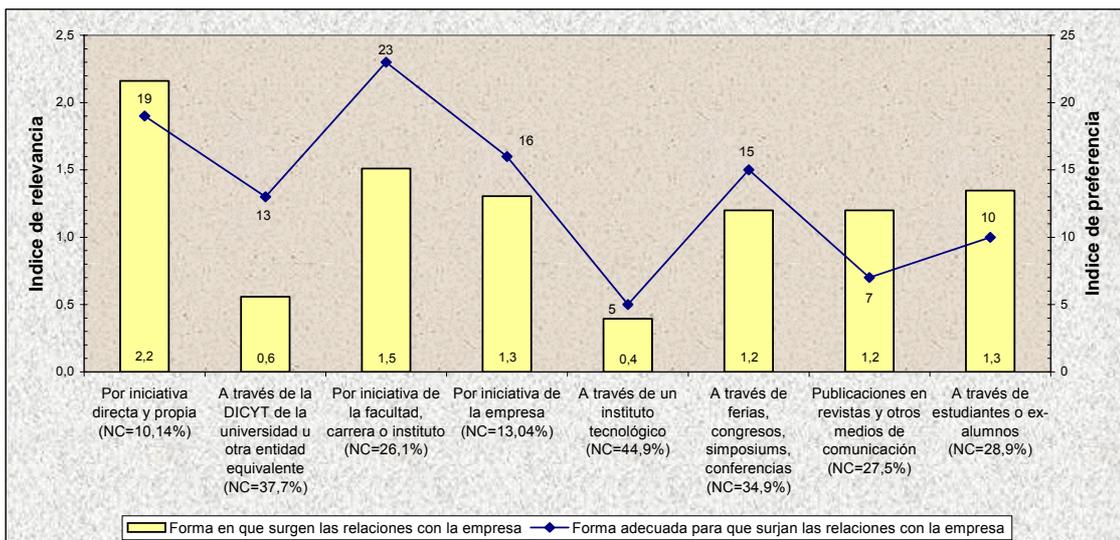
Cuando se preguntó por la forma como surgían las relaciones con las empresas, la respuesta más común fue la iniciativa propia. Según los docentes en la mayoría de los casos son ellos las que se acercan al entorno empresarial y le ofrecen los servicios disponibles (gráfica 4.37). En segundo lugar se encuentra las iniciativas institucionales, que surgen ya sea en el seno de la facultad carrera o algún instituto universitario. Con igual nivel de valoración los docentes reconocieron la iniciativa empresarial y los contactos a través de ex-alumnos o estudiantes que se encuentran en las empresas, seguida de instrumentos de comunicación y promoción (congresos, simposiums, conferencias, revistas, etc.). Por otra parte, tanto la DICYT de las universidades como los institutos tecnológicos constituyen las formas menos valoradas como mecanismos de relación. Estos resultados consolidan la idea de que para los docentes las actuales DICYT se muestran ineficaces como estructuras de interfaz entre el sector académico y el productivo. En el caso de los institutos tecnológicos, los resultados obtenidos son hasta cierto punto esperados si se considera, tal como se expuso en capítulos anteriores, que estas instituciones representan los elementos más escasos dentro del sistema de innovación boliviano.

Gráfico 4.37. Forma en la que surgen las relaciones con las empresas



Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

Gráfico 4.38. Forma en que deberían surgir las relaciones con las empresas



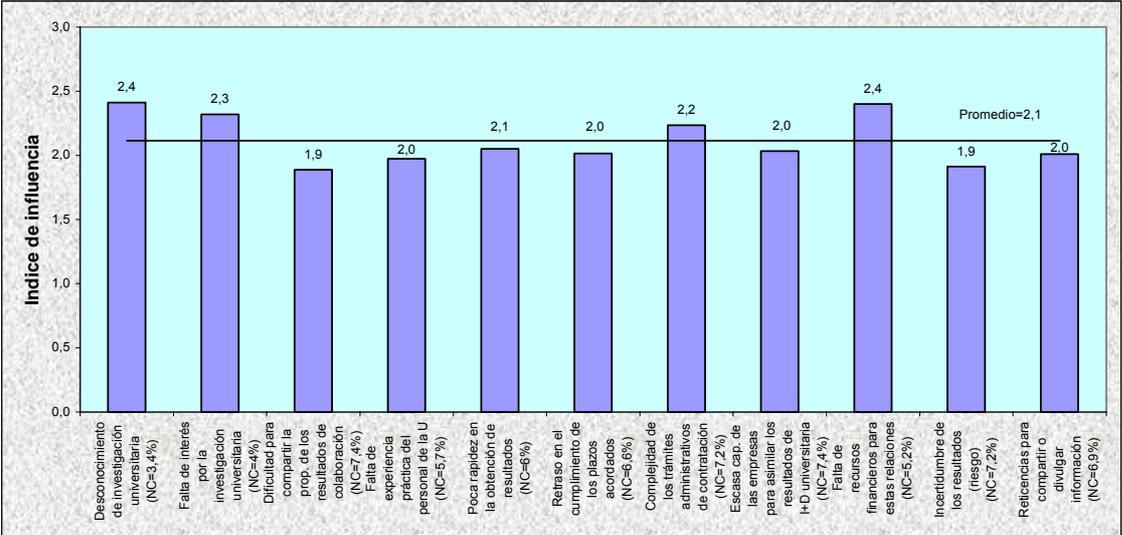
Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

Al comparar los resultados anteriores con el panorama ideal de la situación (gráfico 4.38, serie en línea), se manifiestan algunas discrepancias. En primer lugar los docentes reclaman una mayor participación institucional, ya sea a través de las facultades o a través de las DICYT, en los procesos de vinculación. Es evidente que los docentes quieren avanzar en la formalización de las relaciones y prefieren que estas sean impulsadas desde la misma universidad y no que constituyan los resultados de esfuerzos aislados y personales de cada académico. De igual forma preferirían una mayor iniciativa empresarial, como también una participación mayor de los institutos tecnológicos. Las relaciones a través de medios de comunicación

(publicaciones, revistas), pierden terreno en la situación ideal, el cual es ganado por las ferias, congresos y simposiums, los cuales implican un mayor grado de contacto inicial.

Por otra parte, se preguntó a los académicos sobre cuales eran las principales barreras que influyen en la empresa para relacionarse con las universidades. Los diferentes obstáculos contemplados en la encuesta y que a grandes rasgos hacen referencia a problemas de comunicación, negociación, capacidad de absorción y dificultades técnicas, entre otros, fueron valorados relativamente con la misma intensidad. Entre los que más sobresalen se encuentran el desconocimiento y la falta de interés de las empresas hacia la investigación universitaria, como también la falta de recursos financieros para fomentar las relaciones y la complejidad de los tramites administrativos para efectuar la contratación. En un segundo grupo se encuentran los factores relacionados tanto con la capacidad de las empresas para asimilar los resultados de la I+D universitaria como la capacidad de la universidad para cumplir con los plazos y tener mayor rapidez en la obtención de los resultados. Resulta interesante advertir, que desde el punto de vista de los académicos, la incertidumbre asociado a un proyecto de I+D representa una barrera menos significativa que las anteriores, al igual que la dificultad para compartir la propiedad de los resultados de la colaboración (gráfica 4.39). Lo anterior significa que, para los docentes, la decisión de las empresas por desarrollar proyectos cooperativos con la universidad depende en mayor grado del conocimiento y confianza que tenga de su interlocutor que de los riesgos inherentes a las propias actividades de I+D.

Gráfico 4.39. Barreras en la relación, desde el punto de vista de los académicos

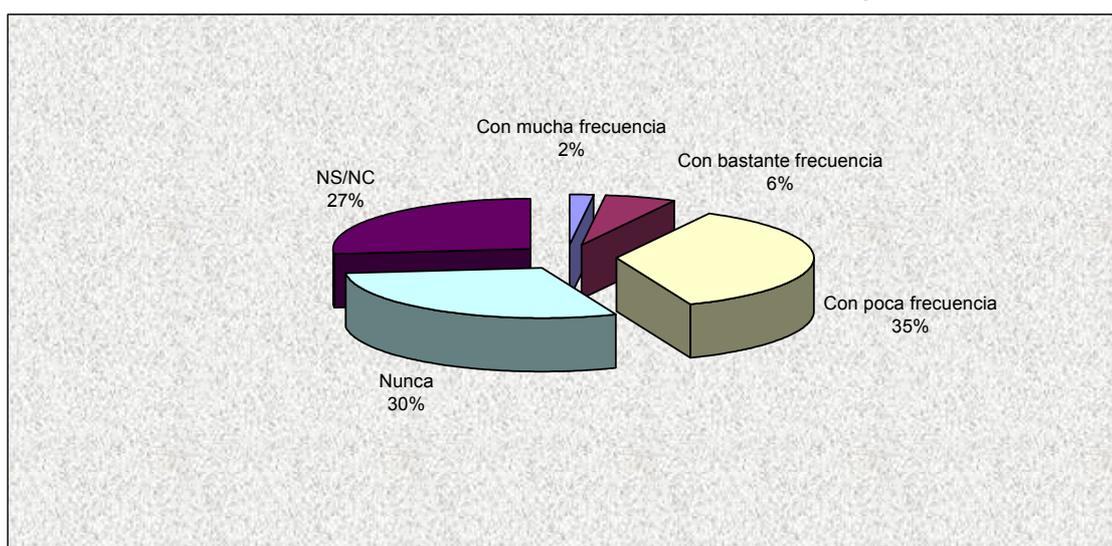


Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

4.1.6. *La administración pública como cliente y promotora*

Como se ha expuesto en capítulos precedentes, en el desarrollo de las relaciones universidad empresa participan a menudo agentes diferentes a los directamente involucrados, entre los cuales el gobierno tiene un papel destacado. En muchos casos la administración pública constituye un cliente mucho más importante para la I+D universitaria que el mismo sector productivo. Pero más allá de este rol, se encuentra la capacidad de fomento y promoción que tiene el gobierno a través de sus políticas públicas y la configuración de un ambiente favorable para la cooperación. Teniendo en cuenta lo anterior, la encuesta no podía dejar de considerar la percepción de los académicos sobre el papel que desempeña la administración pública en el desarrollo de la relación universidad empresa e identificar las directrices que según los docentes deben marcar la acción gubernamental con relación a este tema.

Gráfico 4.40. Frecuencia de contratación con la administraciones públicas



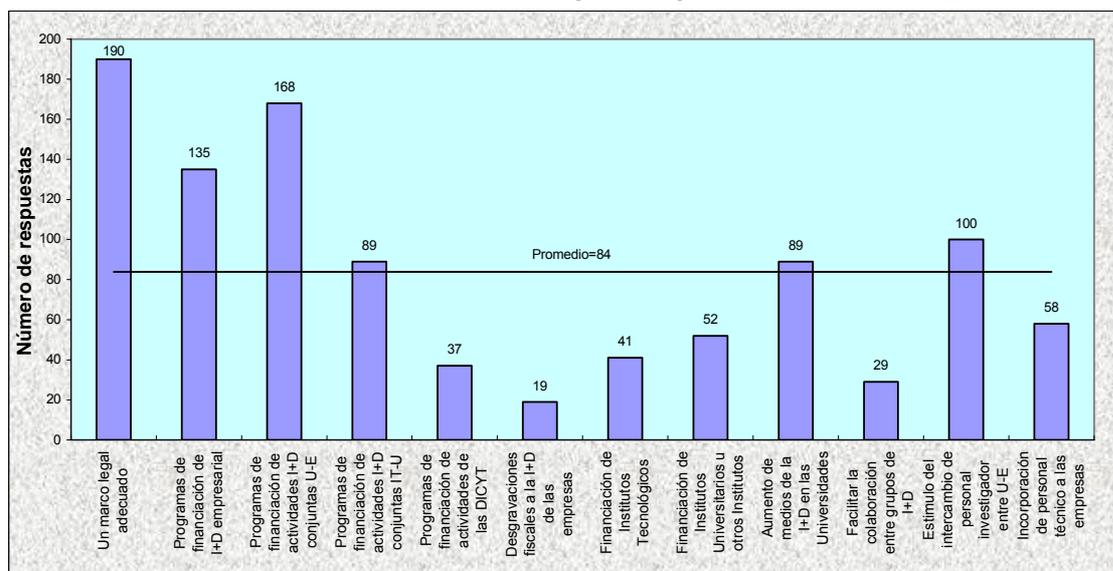
Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

El primer aspecto indagado fue el relacionado con el grado de contratación pública de los docentes. Como se observa en la gráfica 4.40, solamente el 30% de los encuestados manifestaron que nunca han contratado con el gobierno, mientras que en el caso empresarial dicho porcentaje era del 79%, lo cual indica que el gobierno constituye un cliente mucho más importante. Lo anterior era de esperarse si se tiene en cuenta que Bolivia es uno de los países latinoamericanos en el cual el gasto público por sector de ejecución de la I+D supera ampliamente al gasto privado.

No obstante y a pesar de la importancia que parece tener el gobierno como cliente de la I+D universitaria, los docentes consideran que su papel fundamental debe girar en torno a la definición de un marco legal adecuado que fomente las relaciones, así como a la definición de programas de financiación que apoyen el desarrollo de actividades conjuntas entre los sectores productivo y académico. Lo anterior indica que los docentes demandan un rol mucho más activo del gobierno como agente regulador y promotor, que como cliente directo de los servicios universitarios. Así mismo, es mucho más valorado el apoyo financiero directo a la RUE que el apoyo financiero orientado al aumento de los medios universitarios de la I+D, quizás porque a través de los proyectos conjuntos se adquiere un mayor aprendizaje y se intercambian más conocimientos, aspecto que como se recordará constituye uno de los beneficios más importantes para los docentes.

Por otro lado, se encuentran los programas de financiación de la I+D empresarial, seguido del estímulo al intercambio del personal investigador entre universidad y empresa (gráfico 4.41). Entre las medidas menos valoradas se encuentran aquellas orientadas a la financiación de las actividades de las DICYT o de los institutos tecnológicos, estructuras que a lo largo del estudio han mostrado ser, desde la perspectiva docente, poco relevantes como dinamizadoras de los procesos de cooperación.

Gráfico 4.41. Medidas de la administración pública para fomentar las relaciones



Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

4.2. Análisis discriminante: Estimación de modelos econométricos

En el apartado anterior se presentaron algunas de las características más relevantes del proceso de cooperación universidad empresa, las cuales pueden servir como directrices de futuras políticas de fomento, definidas ya sea desde el ámbito institucional o desde las esferas gubernamentales. No obstante, los resultados planteados hasta este punto tienen una limitación importante, ya que solamente otorgan rasgos generales del proceso, que si bien permiten caracterizarlo e identificar deficiencias, no ofrecen información sobre la importancia relativa de las diferentes variables contempladas, así como tampoco sobre el efecto de las mismas en el desarrollo de la I+D universitaria y en el establecimiento de vínculos entre la universidad y el sector productivo.

Teniendo en cuenta lo anterior, se presenta un análisis discriminante orientado a determinar cuales de los elementos contemplados en la encuesta son realmente aspectos explicativos del tema de estudio, y la intensidad de su efecto sobre el mismo. En este sentido, lo que se pretende no es más que aplicar una técnica de clasificación, identificando los parámetros (variables explicativas) que permiten diferenciar entre grupos, en función de la probabilidad de ocurrencia de un suceso definido. En este caso, cada grupo (modelo) se define atendiendo a ciertos aspectos (variables endógenas), seleccionados previamente del cuestionario aplicado y que son considerados como los más relevantes del fenómeno en cuestión.

De esta forma se han planteado cuatro modelos relacionados con las siguientes cuestiones:

1. Tipos de I+D
2. Apoyo a los objetivos de la RUE
3. Apoyo a los mecanismos para el fomento de la RUE
4. Cooperación con las empresas para realizar actividades de I+D

Para el desarrollo de cada uno de los modelos se ha escogido un conjunto de posibles variables explicativas, algunas de las cuales son comunes a todos y otras son específicas para cada caso. La selección de dichas variables se ha realizado atendiendo a los resultados de investigaciones previas y a los diferentes aspectos que

han sido reconocidos como posibles elementos de juicio en la literatura existente sobre el tema⁸⁶. Las variables comunes son las siguientes:

- Universidad: esta variable hace referencia a la universidad de pertenencia del docente. Se divide a su vez en 4 categorías que representan a cada una de las universidades contempladas en el estudio: Universidad Técnica de Oruro (UTO), Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Universidad Autónoma Tomás Frías (UATF), y Universidad Mayor de San Andrés (UMSA). Para cada categoría la variable puede asumir solamente dos valores: 1, si pertenece a la universidad en cuestión, y 0 en caso contrario.
- Edad: representa la edad del docente y toma el valor de 1 si éste tiene 40 años o más y 0 en caso contrario.
- Género: representa el sexo del docente y adopta el valor de 1 si es hombre y el valor de 0 si es mujer.
- Actividad docente: representa la experiencia del docente en la realización de actividades académicas. Esta variable puede tomar cuatro valores: 0 si la experiencia es menor de 5 años, 1 si tiene entre 5 y 9 años, 2 entre 10 y 14 años y 3 si el docente tiene más de 14 años de experiencia.
- Grado académico: esta variable representa el nivel de formación del docente. Adopta el valor de 0 si es técnico superior, 1 si es ingeniero/licenciado o posee alguna especialización y 2 si tiene grado de doctor o master.
- Escala docente: esta variable solamente asume dos posible valores: 1 si el docente es titular y 0 si no lo es, en cuyo caso puede pertenecer a algunas de las siguientes categorías: docente contratado, docente interino (tiempo completo, horario) y profesor invitado y/o asociado.
- Cargo directivo: toma el valor de uno si el docente ocupa un cargo directivo dentro de la institución o cero en caso contrario.
- Estancias en universidades extranjeras: esta variable mide la duración global de las estancias en el extranjero en las cuales ha participado el docente. Tiene cuatro posibles valores: 0 si no ha participado en ninguna estancia, 1 si ha participado en alguna estancia cuya duración haya sido entre 0 y 5 meses, 2 si la estancia ha durado entre 6 y 24 meses y 3 si ha sido superior a los 2 años.

⁸⁶ Se han considerado fundamentalmente los estudios realizados por Lee (1996), Etkowitz (1998), Meyer-Kraemer y Schmoch (1998) y Azagra (2004).

- Número de evaluaciones científicas: esta variable puede adoptar cuatro valores en función del número de evaluaciones de productividad a la actividad de investigación científica, de la siguiente forma: 0 (ninguna evaluación), 1 (una evaluación), 2 (dos evaluaciones) y 3 (tres evaluaciones o más).
- Disciplina: esta variable se refiere al área científica en la cual el docente sitúa su actividad. Se divide en cinco categorías: ciencias exactas y naturales, ingeniería y tecnología, ciencias de la salud, ciencias agrarias, y ciencias sociales y humanidades. Para cada categoría solo existen dos opciones: 1 si pertenece a ella y 0 en caso contrario.
- Actividad: se refiere al tiempo que el docente dedica a las diferentes actividades académicas: docencia reglada, docencia no reglada, investigación y desarrollo, gestión y otras actividades. Los valores que asume son puntuales y representa un porcentaje del tiempo de dedicación, de manera que el total debe sumar uno.
- Realización de actividades de I+D: hace referencia a la forma como el docente ejecuta las actividades de I+D, asumiendo los valores de 0 (individualmente), 1 (en el seno de un grupo que se forma ad hoc para el proyecto) y 2 (en el seno de un grupo de investigación estable).
- Presupuesto anual de I+D: se relaciona con la cantidad de recursos financieros con que cuenta el docente o el grupo de investigación para realizar actividades de I+D. Asume cinco valores: 0 (ningún presupuesto), 1 (entre 1 y 100 mil bolivianos), 2 (entre 101 y 500 mil bolivianos), 3 (entre 501 y 999 mil bolivianos) y 4 (más de 1 millón de bolivianos).
- Presupuesto financiado por empresas: esta variable hace referencia al porcentaje del presupuesto anterior financiado a través de contratos con empresas u otras entidades. Los valores que puede tomar son: 0 (0%), 1 (entre 1% y 20%), 2 (entre 21% y 50%), 3 (más del 50%).
- Política universitaria: dependiendo de su influencia, esta variable adopta los valores de uno (en el caso en que la política institucional sea favorable al proceso de cooperación) y cero (en el caso en que no ejerza ninguna influencia o la perjudique).

Como se puede observar la mayor parte de las variables anteriores se relacionan con características generales de la población encuestada tales como la edad, el sexo, el grado académico, la experiencia, el área científica, etc., todas ellas contempladas en

el primer bloque de preguntas de la encuesta. De igual forma, se consideraron aspectos relacionados directamente con la investigación y el desarrollo, tales como la forma de realización de actividades de I+D (grupal o individual), el presupuesto anual para dichas actividades y el porcentaje de financiación empresarial contemplado en el mismo.

El objetivo final del análisis discriminante es determinar cuales de las variables anteriormente mencionadas, así como otras específicas contempladas en cada modelo, tienen efectos significativos tanto en el desarrollo de la I+D al interior de la universidad, como en la relación de ésta con el sector productivo.

Teniendo en cuenta que todo problema de clasificación implica cierto grado de incertidumbre, resulta razonable pensar en la utilización de una metodología probabilística que permita cuantificar dicha incertidumbre y determinar con base a ella la importancia de cada variable. Para el presente estudio se ha escogido un modelo de regresión logística que estima la probabilidad de un suceso en función de un conjunto de variables explicativas y permite además la inclusión de variables que no necesariamente siguen una distribución normal y que pueden ser de carácter cualitativo. Específicamente se ha seleccionado el modelo Logit, cuyos fundamentos se encuentran explicados en el apartado 3.2.4. Para el modelo 1 (tipos de I+D) y para el modelo 4 (cooperación con las empresas), se ha utilizado el Logit dicotómico, considerando que las variables endógenas solo pueden asumir los valores de 0 y 1, mientras que para los modelos 3 (apoyo a los objetivos) y 4 (mecanismos de fomento), se ha empleado el Logit ordenado, dado que las variables endógenas pueden tomar tres valores (0, 1 y 2).

Es importante anotar que en el caso de las estimaciones realizadas por medio del Logit ordenado, se siguió una estrategia de separación de la variable no significativa, razón por la cual algunas variables explicativas, tanto comunes como específicas, no aparecen en las tablas de resultados⁸⁷. Así mismo, por requerimientos metodológicos, para aquellas variables que se encuentran subdivididas en categorías, tales como la universidad y la disciplina, se ha escogido un grupo de referencia conformado por la Universidad Mayor San Andrés (UMSA) y el área científica de Ingeniería y Tecnología respectivamente⁸⁸. A continuación se presenta el resultado de las estimaciones.

⁸⁷ La estrategia de separación de dicha variable se encuentra igualmente explicada en el apartado 3.2.4.

⁸⁸ La elección de estas categorías obedece a que son las más representativas en cada una de las variables. En el caso de la universidad, la UMSA es la más importante del país (por número de docentes, alumnos, y

4.2.1. El modelo 1: Tipos de I+D

Este modelo intenta determinar que aspectos influyen en la dedicación de los docentes a los diferentes tipos de I+D, contemplando para ello como variables endógenas el porcentaje de tiempo que los docentes dedican a la investigación básica, a la investigación aplicada y al desarrollo tecnológico. Como se recordará, la pregunta de la encuesta que relacionaba las opciones anteriores indicaba que la suma de las tres debía ser igual a 100%, lo que significa a priori que se trata de una variable de naturaleza continua. Sin embargo, para facilitar el análisis, los resultados obtenidos fueron agrupados en dos bloques de respuestas, asignándoles los valores de cero y uno, con lo cual se hizo posible la utilización del modelo Logit dicotómico (cuadro 4.1).

Cuadro 4.1. Valor discreto asumido para el modelo 1

Tipo de I+D	Porcentaje de tiempo dedicado	Valor Asumido
Investigación Básica	0 % - 30%	0
	40% -100%	1
Investigación Aplicada	0% - 40%	0
	45% - 100%	1
Desarrollo Tecnológico	0% - 5%	0
	10% - 100%	1

Nota: La determinación de los intervalos la otorgó el software utilizado (SPSS V. 11.5), en función de la significatividad de los datos.

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica.

En el análisis, únicamente se tuvieron en cuenta aquellos cuestionarios en los cuales los docentes manifestaron realizar actividades de I+D, con lo cual el número de observaciones válidas para este modelo fue de 214. Para las variables investigación básica y desarrollo tecnológico la estimación realizada resultó altamente significativa y en el caso de la investigación aplicada resultó medianamente significativa (cuadro 4.2)⁸⁹. Lo anterior permite suponer que los niveles de influencia encontrados en cada variable se corresponden en gran medida con la percepción de los docentes.

Según los resultados obtenidos, la variable que más influencia tiene en la realización de los distintos tipos de I+D es la relacionada con el área científica en la cual el

carreras universitarias), mientras que en el caso de la disciplina, la mayor parte de la respuestas obtenidas a través de la encuesta corresponden a profesores del área de ingeniería y tecnología.

⁸⁹ Para los modelos aplicados en la presente investigación existen 3 niveles de significatividad: al 10%, al 5% y al 1%, siendo éste último el más significativo.

docente sitúa su actividad. Las ciencias exactas y naturales así como las ciencias sociales y humanidades tienen una fuerte influencia positiva para el desarrollo de la investigación básica, al tiempo en que influyen negativamente en el desarrollo tecnológico. Lo anterior demuestra que cuanto menor sea la orientación práctica de la disciplina científica mayor es su disposición a la realización de investigación fundamental. Lo cual no deja de ser sorprendente, ya que en ambas disciplinas se puede realizar mucha investigación aplicada. Es necesario tener en cuenta que las estimaciones se realizaron considerando como variable de referencia el área de la ingeniería y la tecnología, razón por la cual en el cuadro 4.2 la fila correspondiente a dicha variable no presenta ningún valor. Es de suponer por lo tanto, que para el caso de la variable de referencia la influencia sigue el patrón contrario, es decir, que los docentes pertenecientes al área de ingeniería y tecnología tienen mayor disposición para realizar actividades de desarrollo tecnológico que actividades de investigación básica. Lo anterior se encuentra igualmente contemplado en el análisis descriptivo y está específicamente reflejado en el gráfico 4.15.

Dentro de las características individuales de los docentes, la única que influye en el modelo es la relacionada con el grado académico. Los resultados indican que cuanto mayor es el nivel de formación de los docentes más investigación aplicada realizan, al tiempo en que disminuye su dedicación a la investigación fundamental. Este caso sorprende mucho ya que lo lógico sería que esta variable tuviera un patrón de influencia contrario, es decir, que afectara positivamente la investigación básica y negativamente la investigación aplicada. Lo anterior puede obedecer a un desconocimiento generalizado en el grupo de los docentes con menor grado académico de lo que realmente implica la investigación fundamental, que los lleva a clasificar inadecuadamente la actividad que ejecutan en la realidad, y puede influir en los resultados expuestos precedentemente.

El número de evaluaciones a la actividad científica presenta una débil influencia a favor de la investigación básica. Lo anterior parece razonable en la medida en que las evaluaciones contemplen como elemento central de valoración el número de publicaciones generadas, ya sea en revistas nacionales o internacionales.

De las variables relacionadas directamente con la I+D, la única que resulta significativa es la financiación empresarial. La forma en que se realizan las actividades de I+D (individual, en grupo, etc.) o el presupuesto anual disponible para el desarrollo de las mismas no tienen ninguna influencia en el modelo en cuestión. Lo anterior pone en

evidencia que más que el volumen de recursos disponibles, el aspecto financiero que realmente influye en la realización de determinado tipo de I+D es el origen de los fondos. La relación encontrada, aunque no sea altamente significativa, supone que las empresas bolivianas no están interesadas en la investigación básica de las universidades y que cuando se dirigen a estas instituciones lo hacen guiadas especialmente por la investigación aplicada. Este resultado es análogo al encontrado por Azagra (2004) para el caso español y contrario a lo referenciado por autores como Rosemberg y Nelson (1994), Hicks *et al.* (2000), para algunas naciones desarrolladas, con lo cual se afianza la idea de que en los países tecnológicamente rezagados la financiación empresarial puede desplazar las actividades de I+D académicas hacia el campo de la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico.

4.2.2. El modelo 2: Apoyo a los objetivos de las RUE

El segundo modelo tiene en cuenta los diferentes objetivos institucionales derivados de las RUE y pretende definir que elementos contribuyen a que algunos sean más valorados que otros. Las variables endógenas contempladas en este caso son:

1. Investigación orientada: favorecer la investigación orientada e la universidad.
2. Desarrollo de la región: participar en el desarrollo económico de la región.
3. Comercialización de resultados: intensificar la comercialización de los resultados de la investigación académica.
4. Creación de empresas: favorecer la creación de empresas basadas en la investigación académica.
5. Financiación: obtener financiación adicional para las actividades de I+D.
6. Docencia: adecuar los programas docentes.

Estas variables pueden asumir tres posibles valores en función de su importancia: cero (baja o ninguna importancia), uno (importancia media) y dos (importancia alta). El propósito de este modelo es determinar los aspectos que influyen en el apoyo a los diferentes objetivos de la RUE, considerando como variables explicativas adicionales los incentivos personales que llevan a los docentes a cooperar con las empresas y los diferentes instrumentos utilizados para desarrollar dicha cooperación (cuadro 4.3).

Debido a que las variables endógenas pueden asumir más de dos valores se utiliza como técnica de regresión logística el Logit ordenado. La principal diferencia con el modelo anterior radica en la separación de las variables no significativas del resultado

final, razón por la cual en el cuadro 4.4 no aparecen todas las variables explicativas contempladas inicialmente (tanto las comunes como las presentadas en el cuadro 4.3), sino fundamentalmente aquellas que tienen alguna influencia en cualquiera de los aspectos analizados. El modelo estimado se desarrolló con 214 observaciones y resultó altamente significativo para cuatro de las variables endógenas contempladas (desarrollo de la región, creación de empresas, financiación de I+D y docencia) y medianamente significativo para dos de ellas (investigación orientada y comercialización de resultados).

Cuadro 4.3. Variables explicativas específicas para el modelo 2

Categoría	Variable	Valores
Incentivos	Salario del profesor	Estas variables pueden asumir tres valores en función de la influencia que tiene la cooperación con las empresas sobre ellas: 2, si la influencia es positiva. 1, si no influye 0, si la influencia es negativa
	Orientación de la I+D a la innovación	
	Adecuación de la actividad docente	
	Salidas profesionales de alumnos y colaboradores	
	Resolución de problemas reales	
	Prácticas en empresas de los alumnos	
	Intercambio de conocimientos relevantes	
	Obtención de recursos públicos para proyectos de I+D	
	Docencia reglada	
	Carrera científica	
Libertad de elección de I+D a realizar		
Instrumentos	Contratos informales	Estas variables son dicotómicas y asumen valores de: 1, si son contempladas como instrumentos de relación, y 0, si no son actividades preferidas por los docentes para cooperar con las empresas.
	Asesoramiento y apoyo tecnológico	
	Prácticas de alumnos en empresas	
	Formación bajo demanda empresarial	
	Investigación contratada	
	Investigación conjunta	
	Licencia de patentes	
	Intercambio de personal investigador	
Centros mixtos		

Fuente: Elaboración propia

En primer lugar, las estimaciones realizadas muestran una influencia positiva de la variable universidad hacia algunos de los objetivos de la RUE. Concretamente, se observa un apoyo importante de la UMSS y de la UTO al objetivo de creación de empresas, así como también de la UTO al objetivo relacionado con participar en el desarrollo de la región. En términos generales, lo anterior significa que las universidades antes mencionadas apoyan significativamente la relación con el sector productivo por considerarlo como un mecanismo importante para la creación de empresas basadas en la investigación académica. Este hecho resulta un poco contradictorio si se tiene en cuenta que dicho objetivo fue el de menor importancia en el análisis descriptivo. No obstante si se considera que la variable de referencia seleccionada en este caso ha sido la UMSA, la cual por su tradición es la que menos concibe la interacción como un instrumento para la creación de empresas, es lógico

pensar que un número limitado de respuestas positivas en otra universidades conlleven a un índice de influencia significativo en el resultado general.

Dentro de las características individuales de los docentes, el género es la única que resulta significativa. Según los resultados, los docentes de género masculino valoran mucho más la relación universidad empresa como un mecanismo para la adecuación de los programas docentes. No obstante, hay que tener cuidado con la interpretación de este resultado, advirtiendo, al igual que en el caso anterior, que la significatividad de dicha variable puede obedecer a características propias de la distribución de las respuestas, más que a efectos de influencia directa⁹⁰.

Por otra parte, el número de evaluaciones científicas ejerce una débil influencia a favor de tres de los objetivos contemplados: comercialización de los resultados, creación de empresas y financiación de la I+D. Este hecho es hasta cierto punto intuitivo ya que en teoría cuanto mayor sea el número de evaluaciones mayor será la calidad de la investigación académica y por lo tanto mucho más fácil su comercialización y la obtención de financiación adicional para el desarrollo de la misma.

Con relación a las disciplinas científicas, las ciencias exactas y naturales así como las ciencias de la salud, son las más proclives a apoyar la adecuación de los programas docentes como un objetivo de la RUE, mientras que las ciencias agrarias y las ciencias sociales y humanidades tienen un efecto negativo en los objetivos de creación de empresas y de la investigación orientada, respectivamente. Estos resultados son análogos con algunas de las evidencias presentadas por Lee (1996) para el caso estadounidense y revelan que las disciplinas con una orientación más básica y basadas en la ciencia valoran la relación con el sector productivo fundamentalmente como un instrumento para actualizar y mejorar los procesos de enseñanza, ya sea a través del intercambio de conocimientos o el perfeccionamiento de los métodos de aprendizaje. Adviértase también que la obtención de financiación adicional para la realización de actividades es un objetivo indiferente al tipo de disciplina científica.

En cuanto a las actividades docentes, solamente la docencia no reglada y la I+D, presentan algún grado de influencia. La docencia no reglada influye significativamente a favor de la adecuación de los programas docentes, y en contra de la comercialización de los resultados de la investigación académica. Lo anterior es

⁹⁰ Hay que tener en cuenta que el 89% de los académicos que contestaron las encuestas son hombres.

lógico, si se tiene en cuenta que entre mayor sea el tiempo que los docentes le dediquen a la docencia no reglada menor será su disposición a realizar actividades de I+D, y por lo tanto no dispondrán de una investigación que comercializar. Así mismo, a través de la docencia no reglada, (por ejemplo, cursos de formación continua al sector empresarial), los docentes reciben una retroalimentación clave para actualizar los programas académicos y orientarlos hacia las necesidades del entorno. De igual forma, el tiempo de dedicación a la I+D influye positivamente en la adecuación de los programas docentes y además en el objetivo de participar en el desarrollo económico de la región. Lo anterior supone que los docentes que realizan actividades de I+D visualizan la relación con el sector productivo como una estrategia cuyos beneficios trascienden del campo institucional a la dimensión regional.

Un aspecto a destacar, es el hecho de que las variables relacionadas con la financiación de la I+D (presupuesto anual y porcentaje de financiación empresarial) no tienen ningún efecto sobre el apoyo a los objetivos, lo cual significa que el reconocimiento generalizado de la importancia de las relaciones universidad empresa obedece en mayor medida a un cambio en la propia percepción y valores de los académicos y no a un cambio inducido únicamente por consideraciones de carácter económico.

Por otra parte, el soporte institucional ofrecido a través de la implementación de políticas universitarias favorables, impacta significativamente y de forma positiva los objetivos referidos a la creación de empresas y a la comercialización de resultados y en menor intensidad a la investigación orientada. Lo anterior es comprensible, si se tiene en cuenta que tanto la creación de empresas derivadas de la investigación científica como la comercialización de los resultados de la misma, no constituyen actividades tradicionales dentro de la universitaria y que por lo tanto necesitan para su desarrollo un marco institucional específico y adecuado.

De los incentivos, el que mayor influencia tiene sobre los aspectos analizados es el que se refiere a la obtención de recursos públicos para proyectos de I+D. Esta variable resulta altamente significativa para el apoyo del objetivo relacionado con la financiación de la I+D, con lo cual se puede establecer que quienes están interesados en la obtención de fondos adicionales para la realización de dichas actividades, no contemplan la financiación empresarial como la fuente más importante de recursos, sino más bien a las subvenciones de carácter público. Lo anterior se fortalece si se tiene en cuenta que el porcentaje de financiamiento empresarial no resultó ser una

variable significativa para este modelo, incluso fue separada durante el desarrollo del mismo. Es de esperarse que en un contexto como el boliviano caracterizado por la fuerte participación del sector gubernamental en la estructura de los gastos de la I+D, los docentes reconozcan en mayor medida el financiamiento público que el privado, no obstante, si se busca un fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas nacionales, así como un desarrollo competitivo del sector industrial, el apoyo empresarial a las actividades de I+D tiene que ser sustancialmente mayor que el existente en la actualidad.

El incentivo anterior también tiene una influencia positiva, aunque menos significativa, sobre los objetivos relacionados con la investigación orientada, el desarrollo de la región, la creación de empresas y en menor medida sobre la adecuación de los programas docentes.

El salario del profesor solamente es determinante como incentivo a favor de la creación de empresas. Lo anterior corrobora lo expresado en el análisis descriptivo en el sentido en que la valoración de los objetivos derivados de la RUE varían dependiendo de la perspectiva desde la cual se analicen. En este caso particular, la creación de empresas es un aspecto que institucionalmente no parece impulsar la cooperación con el sector productivo, pero que a nivel personal si se considera como un elemento destacado dentro del proceso.

Por otra parte, la libertad de elección de la I+D a realizar mostró efectos significativos en la comercialización de los resultados y en la creación de empresas, pero no en la investigación orientada. Lo anterior significa, que aunque los docentes tengan prevención sobre el efecto que la RUE pueda ejercer sobre su libertad académica, consideran que al mismo tiempo ésta puede favorecer la comercialización de los resultados, o dicho de otra forma, en la medida en que la relación con el sector productivo oriente las actividades científicas de los docentes, aunque ello implique una pérdida de su autonomía, se facilitará la comercialización de los resultados obtenidos.

La influencia que los instrumentos de interacción tienen sobre el apoyo a los objetivos es muy diversa. Del conjunto de los instrumentos contemplados (cuadro 4.3) únicamente cuatro (asesoramiento y apoyo tecnológico, prácticas de alumnos en empresas, investigación conjunta e intercambio de personal investigador) mostraron tener algún efecto significativo sobre los objetivos estudiados, y solamente en uno de ellos (desarrollo de la región) mantuvieron una influencia conjunta importante.

El intercambio de personal investigador, representa el instrumento más significativo en cuanto a apoyo a los objetivos de la RUE se trata. Este mecanismo favorece a la mayor parte de los objetivos y con mayor intensidad aquellos relacionados con el desarrollo de la región, la investigación orientada y la creación de empresas. Lo anterior se complementa con la influencia positiva que tiene la investigación conjunta sobre el desarrollo de la región, demostrando con ello que para los docentes las relaciones en materia de investigación son más adecuadas si se definen como procesos de colaboración en lugar de una simple contratación de servicios. El segundo instrumento en importancia lo constituye el asesoramiento y apoyo tecnológico, el cual ejerce una influencia a favor de la creación de empresas, la financiación de la I+D y el desarrollo de la región.

4.2.3. El modelo 3: Mecanismos de fomento de la RUE

Las variables endógenas que dan cuerpo a este modelo están representadas por los diferentes mecanismos de fomento a la relación contemplados en la encuesta, entre los que se encuentran los siguientes:

1. Dotación de medios a DICYT: incrementar los recursos de la actual DICYT de las universidades.
2. Establecimiento de personal: vincular personal de la DICYT en la facultad carrera o instituto.
3. Presencia de personal: contar con personal técnico para el apoyo a las relaciones universidad empresa en la facultad o carrera.
4. Técnicos de laboratorio: contar con técnicos de laboratorio para la realización de actividades de I+D.
5. Órgano de coordinación: la creación de un órgano de coordinación entre la universidad y las organizaciones empresariales.
6. Institutos mixtos: la creación de institutos mixtos entre la universidad y la empresa.
7. Parque científico y tecnológico: la creación de un parque científico y tecnológico.
8. Políticas de gobierno: políticas de gobierno para fortalecer las relaciones universidad empresa.

Para efectos del presente análisis los resultados obtenidos con relación a las variables anteriores fueron agrupados en tres categorías: cero (poco o nada eficaz), uno (bastante eficaz) y dos (muy eficaz), obteniendo por lo tanto un conjunto de variables endógenas con tres posibles valores, y la necesaria aplicación del Logit ordenado como técnica de estimación.

Las variables explicativas adicionales contempladas en este modelo se relacionan con las barreras existentes en el proceso de cooperación, tanto para los docentes como para las empresas (cuadro 4.5), advirtiéndose que no todas se encuentran presentes en el cuadro final de resultados (cuadro 4.6), debido a que fueron separadas previamente por no presentar una influencia importante.

Cuadro 4.5. Variables explicativas específicas para el modelo 3

Categoría	Variables	Valores
Barreras para los docentes	Ausencia de empresas para cooperar	Estas variables pueden adoptar cuatro posibles valores en función de la importancia que tengan como obstáculos a la cooperación: 0, nada 1, poco 2, bastante 3, mucho
	Escaso interés de las empresas por la investigación	
	Dificultades de comunicación	
	El considerar que hacerlo no está dentro de sus responsabilidades	
	No estar motivado para relacionarse	
	Falta de tiempo dada su actividad docente	
	Insuficiente apoyo institucional	
	Ausencia de un ambiente favorable	
Barreras para las empresas	Desconocimiento de la investigación universitaria	
	Falta de interés por la investigación universitaria	
	Dificultades para compartir la propiedad de los resultados	
	Falta de experiencia práctica del personal universitario	
	Poca rapidez en la obtención de los resultados	
	Retraso en el cumplimiento de los plazos	
	Complejidad de los trámites administrativos	
	Escasa capacidad de las empresas para asimilar resultados de la I+D universitaria	
	Falta de recursos financieros para las relaciones	
	Incertidumbre de los resultados	
Reticencias para compartir o divulgar información		

Fuente: Elaboración propia

Para los diferentes mecanismos contemplados, las estimaciones realizadas resultaron fuertemente significativas (al 1%), y se desarrollaron partiendo del análisis de 214 observaciones.

En primer lugar, hay que señalar que dentro del conjunto de las variables comunes las que mayor influencia ejercen sobre los diferentes mecanismos son las que hacen referencia a la universidad y a la política universitaria. Con relación a la universidad, la UTO constituye la institución más proclive al apoyo de los mecanismos, especialmente los que conciernen al establecimiento de personal de la DICYT, la presencia de técnicos para la realización de actividades de I+D, la creación de institutos mixtos y el establecimiento de políticas gubernamentales a favor de la RUE. En cuanto a la política universitaria, aquellos docentes que la consideran favorable se orientan más hacia mecanismos como la creación de un órgano de coordinación o la dotación de mayores medios a la actual DICYT.

Características personales como la edad, el sexo o el grado académico no presentan ninguna influencia en el tema en cuestión. Solamente la escala docente muestra un efecto positivo a favor de las políticas gubernamentales y la dotación de medios a la DICYT, éste último mecanismo apoyado también fuertemente por los docentes pertenecientes al área de las ciencias exactas y naturales.

Los resultados obtenidos muestran que existe una complementariedad entre los mecanismos de cooperación preferidos y los principales obstáculos reconocidos. Como era de esperar, aquellos docentes que no están motivados para cooperar no valoran como importantes los diferentes mecanismos de relación, y en especial aquellos que se refieren a la creación de un órgano de coordinación o al establecimiento de institutos mixtos entre la universidad y la empresa. Por el contrario, aquellos académicos que identifican como principal obstáculo las dificultades de comunicación que se presentan en el proceso de cooperación, se inclinan fuertemente a favor de la creación de institutos mixtos, al establecimiento de personal de la DICYT o a la presencia de personal de apoyo para la RUE en las facultades o institutos, todos estos mecanismos orientados a facilitar el flujo de información y el contacto entre los distintos agentes. Igualmente valoran, aunque con menor intensidad, la creación de parques científicos, el establecimiento de personal de la DICYT y la dotación de mayores medios a la misma.

El no considerar la cooperación como una responsabilidad docente o la ausencia de un ambiente favorable para las relaciones no constituyen frenos decisivos al momento de apoyar determinado mecanismo de cooperación; mientras que aspectos como la ausencia de empresas adecuadas para cooperar o la falta de tiempo del profesor dado su dedicación a actividades docentes, influyen negativamente en algunos de ellos. En

el primer caso, se penaliza la creación de institutos mixtos, lo cual no es sorprendente si se considera que las empresas existentes no reúnen las características necesarias para entablar un proceso de cooperación. En el segundo caso, se observa un efecto negativo sobre la dotación de medios a la DICYT, quizás por considerar que dichas estructuras no son eficientes en el cumplimiento de sus objetivos.

Las políticas gubernamentales constituyen un mecanismo fuertemente valorado por aquellos docentes que consideran que no tienen el soporte institucional adecuado y lo complementan con acciones como la creación de un órgano de control o el establecimiento de institutos mixtos entre universidad y empresa.

Con relación a las barreras empresariales solamente cinco de las once contempladas presentan un efecto significativo. Se destacan como aspectos influyentes a favor de los diferentes mecanismos, la poca rapidez en la obtención de resultados y la escasa capacidad para asimilar los resultados de la I+D universitaria. Estos elementos tienen un efecto conjunto a favor de la presencia de personal técnico para el apoyo a la RUE y la creación de institutos mixtos. Así mismo, el desconocimiento de la investigación universitaria conlleva a que se apoye en mayor medida mecanismos como la definición de políticas gubernamentales y el establecimiento de un órgano de coordinación, este último como mecanismo para determinar la oferta científica universitaria y promoverla en el entorno productivo.

Por último, la falta de interés de las empresas por la investigación universitaria presenta un efecto negativo en tres de los mecanismos contemplados, dos de ellos relacionados con la DICYT (dotación de mayores medios, y establecimiento de personal) y el tercero con las políticas gubernamentales. Parece ser que los docentes que contemplan el desinterés empresarial como obstáculo principal para la relación, no ven factible, en términos generales, la implementación de ningún mecanismo de fomento, y en especial si éstos implican el fortalecimiento de las actuales DICYT.

4.2.4. El modelo 4: Cooperación en actividades de I+D

Este modelo aborda uno de los ejes centrales de la presente investigación: la cooperación universidad empresa para la realización de actividades de I+D. A diferencia de los anteriores, se desarrolla considerando una sola variable endógena, representada por el nivel de cooperación y valorada en dos categorías: 0 (nada/poco) y 1 (bastante/mucho).

El objetivo del presente modelo es identificar aquellas variables comunes que influyen, positiva o negativamente, en el proceso de cooperación entre los académicos y las empresas para la realización de actividades de I+D y determinar hasta que punto las políticas, tanto universitarias como gubernamentales, favorecen o penalizan dicho proceso. En el cuadro 4.7, se presentan las variables explicativas específicas contempladas para este caso.

Cuadro 4.7. Variables explicativas específicas para el modelo 4

Categoría	Variables	Valores
Medidas de Política Universitaria	Información sobre las ayudas nacionales e internacionales para financiar las RUE	Estas variables se valoran en función de la importancia que los docentes le conceden como medidas institucionales a favor de la RUE, y adoptan los siguientes valores: 0, ninguna importancia, 1, importancia baja 2, importancia media 3, Importancia alta
	Información sobre las ayudas públicas para financiar las RUE	
	Ayuda en la búsqueda de empresas interesadas	
	Colaboración en la negociación de contratos	
	Apoyo en la elaboración de memorias de proyectos	
	Asesoría para la elaboración y gestión de patentes	
	Asesoría para la creación de empresas	
	Gestión económica/administrativa eficaz y flexible	
Marco normativo explícito adecuado		
Medidas de Política Gubernamental	Marco legal adecuado	Estas variables son dicotómicas y asumen Los valores de: 1, Si son contempladas como medidas importantes de la administración a favor de la RUE, y 0, en caso contrario .
	Programas de financiación de la I+D empresarial	
	Programas de financiación de la I+D conjunta U-E	
	Programas de financiación de la I+D conjunta IT-U	
	Programas de financiación de las actividades de la DICYT	
	Desgravaciones fiscales de la I+D de las empresas	
	Financiación de Institutos tecnológicos	
	Financiación de Institutos universitarios	
	Aumento de medios de la I+D en la diversidades	
	Facilitar la colaboración entre grupos de I+D	
	Estimulo de intercambio personal-investigador U-E	
Incorporación de personal técnico en las empresas		

Fuente: Elaboración propia

Para este modelo se han realizado cuatro estimaciones diferentes utilizando como técnica de regresión logística el Logit dicotómico. La diferencia entre cada una de las estimaciones radica en el número de variables explicativas contempladas. En la primera, solo se consideran las variables comunes (edad, sexo, experiencia, grado académico, cargo directivo, evaluaciones y estancias, disciplina, actividad, presupuesto y política institucional). En la segunda, además de las variables indicadas anteriormente, se incluyen los diferentes servicios relacionados con la política universitaria. En la tercera estimación se mantienen las variables comunes, y se reemplazan las de política universitaria por las medidas de política gubernamental, y finalmente, en la cuarta estimación se contemplan todas las variables mencionadas (cuadro 4.8).

Los modelos se definieron con base a 214 observaciones, representadas por los docentes que manifestaron realizar actividades de I+D, y en todos los casos las estimaciones resultaron altamente significativas (inferior al 1%).

Como característica general, en casi todas las estimaciones se mantienen las mismas variables comunes significativas, con algunas pequeñas variaciones en cuanto a su nivel de influencia y con la novedad de una variable adicional en el modelo completo (estimación 4). Así mismo, cabe destacar la escasa y a veces nula influencia de las medidas de política en los modelos planteados.

Dentro de las variables comunes, las más significativas son aquellas relacionadas con el área científica, observándose una influencia negativa de las ciencias exactas y naturales y de las ciencias sociales y humanidades. Adviértase, que dichas disciplinas son también las que tienen un efecto significativo a favor de la investigación básica y en contra del desarrollo tecnológico (modelo 1), con lo cual resulta lógico pensar que la cooperación en materia de I+D está basada en actividades diferentes a la investigación fundamental. Si se considera además que la ingeniería y tecnología es el área científica utilizada como variable de referencia, es posible deducir que en dicha disciplina la tendencia hacia la cooperación es mayor, lo cual es de esperar dado la proximidad de I+D que realizan las “ciencias aplicadas” (Lee, 1996) a las necesidades empresariales de la región.

El porcentaje de tiempo dedicado a las diferentes actividades académicas también influye en la cooperación con las empresas. La mayor dedicación a la docencia reglada es un factor que afecta negativamente la relación con el sector productivo, quizás porque al docente le queda poco tiempo para intentar establecer contactos con las empresas. Sin embargo, no se encontró un efecto positivo entre las actividades de I+D y el nivel de cooperación, tal como se hubiera esperado. La significatividad de la variable anterior es solo representativa en las estimaciones 1 y 3, pero su efecto desaparece en el modelo completo (estimación 4).

Dentro de los aspectos personales, solamente la edad presenta alguna influencia en la variable analizada, en especial, en el modelo completo se observa que a mayor edad de los docentes mayor disposición de éstos para cooperar.

La Universidad Autónoma Tomás Frías, ejerce igualmente una influencia a favor de la cooperación y su significatividad se incrementa en las estimaciones 3 y 4. No obstante,

lo curioso de este resultado es que las universidades consideradas grandes y con mayor número de institutos y centros de investigación no expresen, ni muestren predisposición para cooperar con las empresas.

Por otra parte, sorprende el hecho de que el soporte institucional sea considerado un elemento determinante del nivel de cooperación, pero que al mismo tiempo, ninguna de las medidas propias de la política universitaria sean contempladas como variables significativas. Como se observa en el cuadro 4.8, la política institucional influye de forma positiva en todas las estimaciones realizadas, aunque débilmente en la mayoría de los casos.

Lo anterior significa que aquellos docentes que consideran que la política universitaria es favorable son los que más cooperan con las empresas, lo cual resulta lógico desde todo punto de vista. No obstante, cuando se analiza el efecto específico de los diferentes servicios que pueden ser contemplados en el marco de la política institucional, ninguno de los nueve anotados resulta importante. Solamente en el modelo completo se observa una pequeña influencia negativa de la asesoría para la elaboración y gestión de patentes. Lo anterior supone que aunque los docentes reconocen la importancia de una política institucional adecuada, aun no tienen claridad de lo que ella significa en materia de cooperación así como tampoco de los mecanismos de fomento que se pueden derivar de la misma.

Cuando se contemplan las medidas de política gubernamental ocurre algo similar. En este caso la única variable que presenta un efecto significativo, y además negativo, es la relacionada con las desgravaciones fiscales a la I+D en las empresas. Como se recordará del análisis descriptivo, esta medida fue igualmente la menos valorada dentro del conjunto de acciones públicas, lo cual quiere decir que los pocos docentes que le reconocen importancia son al mismo tiempo los que menos cooperan. Llama la atención que medidas directas como la financiación de la I+D o indirectas como el establecimiento de un marco legal adecuado, a pesar de ser reconocidas por los docentes como acciones importantes, no tengan ninguna influencia en el grado de cooperación.

Cuadro 4.2. Estimación del tiempo dedicado a las actividades de I+D

Variables	Investigación Básica		Investigación Aplicada		Desarrollo Tecnológico	
	B	Error típ.	B	Error típ.	B	Error típ.
Constante	0,62	0,85	0,35	0,80	0,99	0,81
UTO	0,61	0,54	-1,23**	0,51	0,15	0,51
UMSS	0,13	0,56	-0,78	0,53	-0,47	0,53
UATF	1,70**	0,85	-1,11	0,78	0,01	0,80
UMSA (Ref.)						
Edad	0,72	0,45	-0,18	0,41	-0,34	0,42
Género	-0,69	0,59	-0,25	0,56	-0,22	0,55
Actividad docente (experiencia)	-0,18	0,21	0,04	0,20	-0,01	0,20
Grado académico	-0,61*	0,32	0,71**	0,30	0,01	0,31
Escala docente	-0,27	0,43	0,16	0,40	-0,04	0,41
Cargo directivo	-0,07	0,38	0,33	0,35	0,39	0,36
Estancias en universidades extranjeras	-0,03	0,18	-0,04	0,17	-0,12	0,18
Número de evaluación científica	0,27*	0,15	-0,13	0,14	0,11	0,14
Disciplina: Cs. Exactas y Naturales	1,38***	0,54	-0,45	0,49	-1,44***	0,49
Disciplina: Cs. De la Salud	0,09	0,61	0,22	0,59	-0,65	0,57
Disciplina: Cs. Agrarias	-0,24	0,66	0,22	0,62	-0,84	0,61
Disciplina: Cs. Sociales y Humanidades	1,70***	0,49	-0,27	0,44	-2,05***	0,47
Disciplina: Ingeniería y Tecnología (Ref.)						
Como realiza las actividades de I+D	0,02	0,21	-0,08	0,20	0,10	0,21
Presupuesto anual en I+D	-0,33	0,22	0,05	0,20	0,15	0,21
Presupuesto financiado por empresas	-0,37*	0,22	0,06	0,20	0,03	0,20
Política universitaria para cooperar	-0,25	0,36	-0,12	0,34	0,47	0,36
Número de observaciones	214		214		214	
Log de la verosimilitud	-242,449		-266,595		-256,523	
Chi-cuadrado	53,918***		30,053**		36,978***	
Grados de libertad	19		19		19	

NOTA: Significatividad al 10% (*); Significatividad al 5% (**); Significatividad al 1% (***)
Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

Cuadro 4.4. Estimación del apoyo a diferentes objetivos de la relación universidad empresa

Variables	Investigación orientada		Desarrollo de la región		Comercialización de resultados		Creación de empresas		Financiación de la I+D		Docencia		
	Estimación	Error típ.	Estimación	Error típ.	Estimación	Error típ.	Estimación	Error típ.	Estimación	Error típ.	Estimación	Error típ.	
μ_1	1,98**	0,92	3,25***	1,12	1,74**	0,88	2,95***	1,13	2,89***	0,94	3,62***	1,12	
μ_2	3,66***	0,94	5,13***	1,15	3,32***	0,91	4,43***	1,15	4,00***	0,96	5,30***	1,15	
Variables comunes	UTO	0,69	0,48	0,85*	0,47	0,34	0,46	1,00**	0,48	0,56	0,48	0,73	0,47
	UMSS	0,21	0,48	0,26	0,47	0,50	0,46	0,96**	0,48	0,24	0,48	0,22	0,46
	UATF	0,48	0,74	0,40	0,73	-0,61	0,74	0,40	0,72	0,58	0,75	-0,57	0,74
	UMSA (Ref.)												
	Género			0,11	0,55			0,08	0,57			1,42***	0,55
	Experiencia docente	0,10	0,14	0,12	0,14	-0,14	0,14	-0,17	0,14	0,14	0,14	0,12	0,14
	Grado académico	0,24	0,27	0,38	0,27	0,16	0,26	0,22	0,27	0,07	0,27	-0,01	0,27
	Número de evaluación científica	0,08	0,13	0,06	0,12	0,10	0,12	0,24*	0,13	0,24*	0,13	0,13	0,12
	Disciplina: Cs. Exactas y Naturales	-0,09	0,46	0,08	0,45	0,45	0,45	0,68	0,46	0,54	0,47	1,29***	0,47
	Disciplina: Cs. De la salud	0,76	0,57	0,08	0,54	0,86	0,53	0,47	0,56	0,84	0,57	1,60***	0,56
	Disciplina: Cs. Agrarias	-0,62	0,60	-0,75	0,59	-0,21	0,57	-1,13*	0,59	0,32	0,63	0,45	0,58
	Disciplina: Cs. Sociales y Humanidades	-1,03**	0,43	-0,21	0,42	-0,02	0,42	-0,48	0,43	-0,29	0,42	0,70	0,42
	Disciplina: Ingeniería y Tecnología (Ref.)												
	Tiempo dedicado a docencia no reglada	0,00	0,01	0,02	0,01	-0,03**	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	0,03**	0,01
	Tiempo de dedicación a I+D	0,01	0,01	0,02**	0,01	0,00	0,01	0,02**	0,01	0,01	0,01	0,02**	0,01
Presupuesto anual para I+D	0,18	0,18	0,18	0,17	-0,01	0,17	-0,27	0,17	0,02	0,18	-0,25	0,17	
Política universitaria para cooperar	0,64**	0,33	0,17	0,32	0,51*	0,31	0,79***	0,32	0,38	0,32	0,45	0,31	
Incentivos	Salario del profesor	0,12	0,22	0,14	0,22	0,32	0,22	0,49**	0,22	0,08	0,22	0,31	0,22
	Orientación de la I+D a la innovación	0,22	0,27	0,28	0,27	0,06	0,28	-0,40	0,28	0,16	0,28	-0,09	0,27
	Obtención de recursos públicos para I+D	0,46**	0,21	0,46**	0,21	0,32	0,21	0,44**	0,21	0,67***	0,22	0,39*	0,21
	Libertad de elección de I+D a realizar	0,12	0,23	-0,11	0,23	0,52**	0,23	0,50**	0,24	0,13	0,23	0,10	0,23
Instrumentos	Asesoramiento y apoyo tecnológico	0,27	0,31	0,58*	0,31	0,29	0,30	0,90***	0,31	0,53*	0,31	0,10	0,30
	Práctica de alumnos en empresas	0,29	0,36	0,65*	0,36	-0,12	0,35	0,13	0,36	0,02	0,36	0,23	0,35
	Investigación conjunta	0,37	0,33	0,62**	0,32	0,10	0,31	0,05	0,32	0,14	0,33	0,45	0,32
	Intercambio de personal investigador	0,98***	0,34	1,02***	0,35	0,41	0,32	0,87***	0,35	0,75**	0,33	0,70**	0,34
Número de observaciones	214		214		214		214		214		214		
Log de la verosimilitud	-388,241		-406,206		-420,733		-408,430		-400,238		-415,154		
Chi-cuadrado	46,843***		43,459***		48,552***		56,579***		43,180***		46,396***		
Grados de libertad	22		23		22		23		22		23		

NOTA: Significatividad al 10% (*); Significatividad al 5% (**); Significatividad al 1% (***)

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

Cuadro 4.6. Estimación de los mecanismos de fomento de la relación universidad empresa

Variables	Dotación de medios a DICYT		Establecimiento de personal de la DICYT		Presencia de personal técnico apoyo a la RUE		Técnicos de laboratorio para I+D		Órgano de coordinación		Creación de institutos mixtos		Parque científico tecnológico		Políticas de gobierno		
	Estimación	Error típ.	Estimación	Error típ.	Estimación	Error típ.	Estimación	Error típ.	Estimación	Error típ.	Estimación	Error típ.	Estimación	Error típ.	Estimación	Error típ.	
μ_1	2,61***	0,89	2,52***	0,92	2,33***	0,87	2,34***	0,84	2,84***	0,89	3,18***	0,90	1,98***	0,80	3,80***	0,87	
μ_2	4,41***	0,93	4,67***	0,96	4,12***	0,90	3,97***	0,87	4,31***	0,92	5,23***	0,95	3,61***	0,83	5,21***	0,91	
variables comunes	UTO	0,59	0,48	1,09**	0,50	0,58	0,46	0,74*	0,45	-0,21	0,45	0,89**	0,46	0,66	0,44	1,06**	0,45
	UMSS	0,66	0,53	0,19	0,54	0,20	0,51	0,91*	0,50	-0,32	0,51	0,05	0,51	0,54	0,49	0,80	0,51
	UATF	0,85	0,73	0,85	0,75	0,45	0,73	0,40	0,72	-0,62	0,75	1,59**	0,73	-0,21	0,73	0,64	0,72
	UMSA (Ref.)																
	Experiencia docente	-0,12	0,17	-0,07	0,17	-0,01	0,16	0,12	0,16	0,11	0,16	-0,07	0,16	-0,12	0,15	-0,09	0,16
	Escala docente	0,72*	0,40	0,21	0,40	0,38	0,38	-0,07	0,37	0,05	0,37	0,37	0,38	0,28	0,37	0,61*	0,37
	Estancias en universidades extranjeras	-0,15	0,16	-0,03	0,17	-0,14	0,16			0,02	0,16	0,05	0,16	-0,10	0,15		
	Disciplina: Cs. Exactas y Naturales	1,35***	0,45	0,73	0,46	0,34	0,45	0,57	0,45	0,03	0,46	-0,40	0,46	0,31	0,44	0,63	0,47
	Disciplina: Cs. De la salud	-0,11	0,58	0,15	0,57	-0,28	0,56	0,50	0,53	0,07	0,53	0,79	0,54	0,11	0,51	0,64	0,53
	Disciplina: Cs. Agrarias	-0,08	0,59	-0,90	0,66	0,14	0,57	-0,05	0,56	-0,20	0,56	-0,13	0,56	0,01	0,55	-0,07	0,56
	Disciplina: Cs. Sociales y Humanidades	0,14	0,41	0,18	0,42	-0,18	0,40	-0,20	0,40	-0,31	0,40	-0,07	0,40	-0,10	0,38	-0,39	0,40
	Disciplina: Ingeniería y Tecnología (Ref.)																
Presupuesto anual para I+D	0,26	0,17	0,26	0,17	0,27*	0,17	0,20	0,16	0,24	0,17	0,24	0,17	0,26	0,16	0,25	0,16	
Política universitaria para cooperar	0,68**	0,32	-0,05	0,33	0,19	0,32	0,25	0,32	0,92***	0,33	0,58*	0,32	0,11	0,31	0,72**	0,32	
Barreras de los docentes	Ausencia de empresas para cooperar	0,16	0,19	0,03	0,20	-0,29	0,19	0,06	0,19	-0,12	0,19	-0,36*	0,19	0,04	0,18	0,22	0,19
	Dificultades de comunicación	0,39**	0,17	0,78***	0,19	0,60***	0,17	0,64***	0,17	0,39**	0,16	0,49***	0,17	0,33**	0,16	0,19	0,16
	No estar motivado para las relaciones	-0,28	0,19	-0,34*	0,19	-0,21	0,18	-0,16	0,17	-0,50***	0,18	-0,61***	0,19	-0,35**	0,18	-0,10	0,18
	Falta de tiempo, dada su act. docente	-0,42**	0,18	-0,03	0,18	0,05	0,17			-0,06	0,17	-0,10	0,17	-0,15	0,16	-0,19	0,17
	Insuficiencia del apoyo institucional	0,24	0,21	0,00	0,21	0,33	0,21	0,05	0,19	0,47**	0,20	0,47**	0,20	0,20	0,19	0,69***	0,20
Barreras empresariales	Desconocimiento de la Inv. universitaria	0,19	0,27	0,06	0,27	0,15	0,26	-0,13	0,25	0,51**	0,25	0,38	0,25	0,35*	0,21	0,52**	0,25
	Falta de interés por la Inv. universitaria	-0,46*	0,26	-0,65**	0,27	-0,35	0,26	-0,20	0,24	-0,26	0,26	-0,18	0,25			-0,47*	0,25
	Poca rapidez obtención de resultados	0,34*	0,21	0,21	0,21	0,35*	0,20	0,03	0,20	0,41**	0,20	0,57***	0,20	0,25	0,19	0,29	0,20
	Escasa cap. para asimilar result. I+D	0,29	0,20	0,05	0,21	0,41**	0,20	0,13	0,20	0,30	0,20	0,38*	0,20	0,45**	0,19	0,54***	0,20
	Falta de recursos financieros para RUE	0,11	0,23	0,56**	0,24	-0,14	0,23	0,22	0,23	0,06	0,22	0,01	0,22	-0,25	0,21	-0,17	0,22
Número de observaciones	214		214		214		214		214		214		214		214		
Log de la verosimilitud	-375,755		-352,026		-390,914		-396,323		-401,27		-394,55		-428,432		-403,546		
Chi-cuadrado	44,610***		48,278***		42,869***		32,380**		63,001***		60,717***		38,938***		62,685***		
Grados de libertad	22		22		22		20		22		22		21		21		

NOTA: Significatividad al 10% (*); Significatividad al 5% (**); Significatividad al 1% (***)

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

Cuadro 4.8. Estimación del grado de cooperación con empresas en actividades de I+D

Variables	Estimación 1. Cooperación		Estimación 2. Cooperación		Estimación 3. Cooperación		Estimación 4. Cooperación	
	B	Error típ.						
Constante	2,95	2,26	2,50	2,43	3,08	2,67	3,22	2,96
Variables Comunes								
UTO	0,42	0,65	0,37	0,71	0,29	0,68	0,17	0,76
UMSS	-0,06	0,64	-0,22	0,70	-0,12	0,67	-0,39	0,74
UATF	2,24*	1,36	2,82*	1,54	3,21**	1,60	3,67**	1,79
UMSA (Ref.)								
Edad	0,51	0,49	0,84	0,54	0,59	0,52	0,94*	0,58
Género	0,63	0,63	0,51	0,70	0,49	0,68	0,35	0,74
Actividad docente (experiencia)	0,04	0,23	-0,06	0,25	0,17	0,25	0,05	0,28
Grado académico	0,00	0,38	-0,13	0,42	-0,17	0,42	-0,25	0,45
Escala docente	-0,31	0,50	-0,06	0,53	-0,56	0,55	-0,41	0,60
Cargo directivo	-0,23	0,49	-0,16	0,52	-0,70	0,56	-0,63	0,58
Estancias en universidades extranjeras	0,35	0,24	0,38	0,26	0,38	0,26	0,35	0,29
Número de evaluación científica	-0,07	0,17	-0,16	0,19	-0,18	0,19	-0,20	0,20
Disciplina: Cs. Exactas y Naturales	-1,88***	0,59	-2,14***	0,64	-1,73***	0,65	-2,09***	0,70
Disciplina: Cs. De la Salud	-0,66	0,71	-0,77	0,77	-0,69	0,76	-0,82	0,83
Disciplina: Cs. Agrarias	-1,20*	0,72	-1,32*	0,76	-1,41*	0,78	-1,47*	0,83
Disciplina: Cs. Sociales y Humanidades	-1,13**	0,56	-1,15*	0,61	-1,02*	0,61	-1,12*	0,66
Disciplina: Ingeniería y Tecnología (Ref.)								
Actividad: Docencia reglada	-0,04*	0,02	-0,04	0,02	-0,04*	0,02	-0,04	0,03
Actividad: Docencia no reglada	-0,01	0,03	-0,02	0,03	-0,01	0,03	-0,02	0,03
Actividad: Investigación y Desarrollo (I+D)	-0,03	0,02	-0,03	0,03	-0,03	0,03	-0,04	0,03
Actividad: Gestión	-0,03	0,03	-0,03	0,03	-0,03	0,03	-0,03	0,03
Actividad: Otras (Ref.)								
Como realiza las actividades de I+D	0,13	0,27	0,24	0,30	0,32	0,31	0,42	0,33
Presupuesto anual en I+D	0,09	0,29	0,12	0,31	0,07	0,31	0,14	0,32
Presupuesto financiado por empresas	0,55*	0,30	0,57*	0,34	0,84**	0,35	0,80**	0,39
Política universitaria para cooperar	0,85*	0,47	0,90*	0,51	0,96*	0,50	1,05**	0,55
Medidas de Política Universitaria								
Ayudas Nal. Internal. para financiar las RUE			-0,23	0,40			-0,24	0,42
Ayudas públicas para financiar las RUE			-0,11	0,43			-0,04	0,45
Ayuda en búsqueda de empresas interesadas			0,02	0,33			0,06	0,36
Colaboración en negociación de contratos			-0,14	0,31			-0,15	0,34
Apoyo a elaboración memorias de proyectos			-0,01	0,33			0,01	0,35
Asesoría en elaboración y gestión de patentes			-0,46	0,32			-0,58*	0,36
Asesoría en la creación de empresas			0,31	0,31			0,43	0,33
Gestión económica/administrativa eficaz flexible			0,55	0,37			0,44	0,40
Marco normativo explícito y adecuado			0,48	0,33			0,41	0,36
Medidas de Política Gubernamental								
Marco legal adecuado					0,46	0,46	0,18	0,52
Programas de financiación de I+D empresarial					-0,43	0,50	-0,69	0,56
Programas de financiación de I+D conjuntas U-E					0,51	0,49	0,52	0,53
Programas de financiación de I+D conjuntas IT-U					0,46	0,55	0,33	0,60
Programas de financiación de act. de la DICYT					-0,77	0,69	-0,57	0,74
Desgravaciones fiscales a la I+D de empresas					-1,7**	0,86	-1,38	1,01
Financiación de Institutos Tecnológicos					0,11	0,84	-0,19	0,90
Financiación de Institutos Universitarios u otros					0,22	0,62	0,18	0,65
Aumento de medios de I+D en las Universidades					0,42	0,53	0,24	0,61
Facilitar la colaboración entre grupos de I+D					-0,51	0,82	-0,74	0,84
Estímulo de intercambio personal investigador U-E					0,15	0,55	0,02	0,58
Incorporación de personal técnico a las empresas					-0,47	0,66	-0,40	0,72
Número de observaciones	214		214		214		214	
Log verosimilitud	-191,164		-175,581		-178,569		-167,157	
Chi-cuadrado	46,163***		61,746***		58,758***		70,170***	
Grados de libertad	23		32		35		44	

NOTA: Significatividad al 10% (*); Significatividad al 5% (**); Significatividad al 1% (***)

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a la comunidad académica

CONCLUSIONES

La presente tesis doctoral ha tratado de aportar conocimiento sobre las posibilidades de actuación que tiene un país como Bolivia para hacer frente a la problemática del desarrollo, contemplando para ello uno de los aspectos centrales emergentes dentro del nuevo contexto: la contribución de las universidades a los procesos de innovación empresarial. Para encauzar dicha investigación, se plantearon dos cuestiones fundamentales. En primer lugar, clarificar el papel de la universidad en el contexto actual e identificar los aspectos que condicionan su apoyo a la innovación. En segundo lugar, identificar, a través de un estudio empírico, los factores determinantes de la relación universidad entorno socioeconómico y las posibles acciones encaminadas a fortalecer dicha relación como una estrategia de desarrollo.

El análisis de la primera cuestión tuvo en cuenta dos aspectos fundamentales: la evolución histórica de la institución universitaria y las características del entramado institucional propias del contexto boliviano. El primer aspecto se abordó a través de una revisión bibliográfica que partió de una premisa fundamental: la comprensión del papel actual de la universidad, así como la visualización de su desarrollo a futuro, depende en gran medida de su trayectoria pasada y en especial de la naturaleza de las relaciones que ésta ha forjado con la sociedad a lo largo de su historia. En este sentido, en el capítulo 1 se analizó, desde diferentes enfoques, el proceso evolutivo de la universidad enfatizando en los vínculos desarrollados con el sector productivo.

La revisión bibliográfica realizada ha permitido esclarecer algunos aspectos relevantes. El primer aspecto a resaltar lo constituye el carácter dinámico de la universidad, reflejado por las continuas transformaciones sufridas a lo largo de la historia, no solo en cuanto a sus funciones sino también con relación a su propia finalidad como institución social. Dichas transformaciones se han materializado en la existencia de diferentes tipos de universidad, que van desde la institución académica medieval, hasta la moderna universidad empresarial, pasando por la universidad clásica basada en la docencia y en la investigación. La diferencia entre cada una de ellas radica en las actividades contempladas dentro de sus funciones básicas, así como en las características de las relaciones establecidas con los demás agentes sociales. La existencia de estos tipos de universidad dista mucho de ser el resultado exclusivo del auto análisis y de la reflexión interna, y representa más bien el producto de un proceso co-evolutivo entre el conocimiento y las necesidades sociales. En este

sentido, el desarrollo de la universidad debe ser entendido como un fenómeno que obedece tanto a las expectativas de la propia institución como también a las circunstancias que la rodean, lo cual pone en manifiesto la necesidad de considerar las especificidades de cada ámbito espacial al reflexionar sobre el papel que ésta debería desempeñar.

En cualquier caso, las condiciones actuales marcan un hito importante para la evolución de la universidad. Por una parte, el auge de las tecnologías de la información y la comunicación, ofrece nuevas posibilidades de desarrollo para los procesos de enseñanza e investigación al tiempo en que abre nuevas puertas para que surjan competidores diferentes. Por otro lado, y quizás mucho más importante que el aspecto anterior, la sociedad y el Estado que la financia exigen de la universidad mayores beneficios, tanto en el ámbito investigativo como docente, a través del direccionamiento de sus actividades hacia las necesidades socioeconómicas del entorno. Este último aspecto es reflejo de toda una serie de cambios relacionados con los procesos de producción de conocimiento y con su utilización a través del desarrollo de innovaciones. La producción actual de conocimiento se caracteriza por su transdisciplinariedad, heterogeneidad y por su orientación práctica, rasgos que implican para la institución universitaria transformaciones organizativas y una pérdida del monopolio en la producción de saberes legitimados. En este sentido, lo verdaderamente relevante no reside en los lugares donde se desarrolla la producción intelectual, sino en la compleja red de interacciones que se tejen entre cada uno de los actores implicados durante las etapas del proceso de innovación. Lo expuesto precedentemente va de la mano con la evolución conceptual del proceso de innovación y específicamente con el tránsito de los modelos lineales hacia los modelos interactivos. Las universidades ya no son concebidas como agentes aislados donde se da inicio al proceso de innovación, a través de la investigación básica, sino como espacios con capacidad y necesidades de relacionarse con el mundo exterior.

Ante esta perspectiva, la vinculación de la universidad con el entorno socioeconómico adquiere una importancia mayor y se convierte en un proceso mucho más complejo que trasciende de la visión simplista de oferta y demanda, y pasa a ser asumida como un instrumento de colaboración que otorga beneficios mutuos y en el cual los actores implicados no tienen funciones específicas definidas a priori. De esta forma, y según los objetivos perseguidos en el marco de la relación, la universidad y la empresa asumen funciones diferentes y en algunos casos poco tradicionales, haciendo cada vez más difusas las fronteras institucionales.

La relación universidad empresa representa cada vez más un proceso de carácter social, en el cual intervienen agentes diferentes a los directamente implicados, como es el caso del gobierno, y cuyo fomento no puede ser ajeno a las características específicas del entorno. La consideración de este punto reviste especial importancia en aras de evitar la adopción de esquemas de fomento, que si bien han mostrado ser eficientes en un determinado contexto, resultan inaplicables en otros, debido a que su respaldo por la mera realidad es endeble y no se encuentran presentes las características particulares que determinaron su éxito. La copia impaciente de modelos organizativos sin ningún tipo de análisis puede conducir a exigir de la universidad el cumplimiento de funciones que socialmente no han sido demandadas o que no se corresponden con las circunstancias existentes.

En este orden de ideas, cuando se intenta analizar el caso latinoamericano a la luz de las experiencias internacionales, es necesario considerar que su realidad es marcadamente diferente a la de los países desarrollados y que el proceso evolutivo seguido por la universidad ha presentado una dinámica desigual. De esta forma, la adopción de modelos como el de la Triple Hélice, resulta mucho más compleja en América Latina, donde la institución universitaria no ha integrado efectivamente dentro de sus actividades aquellas relacionadas con la comercialización directa del conocimiento. En el contexto latinoamericano la universidad desarrolló una fase evolutiva propia fundamentada en la adopción de un papel más directo en el ejercicio de su responsabilidad social, lo cual ha hecho más complejo el cumplimiento de la tercera misión. Este eslabón en la cadena evolutiva, poco frecuente en los países desarrollados, provocó que la universidad pública latinoamericana entrara en conflicto tanto con los órganos gubernamentales como con el sector productivo, en la lucha por la autonomía y por la participación directa en las transformaciones sociales, lo cual a su vez ha hecho más sensible las relaciones con las empresas a la desconfianza y a la falta de voluntad.

Si bien los aspectos anteriores le imponen nuevos retos a la universidad, al mismo tiempo le ofrecen la oportunidad de desempeñar un papel mucho más activo en el desarrollo regional y generar no solo capital intelectual sino también capital económico y social. Este desafío implica un cambio cultural importante dentro de la institución ya que conlleva a replantear algunos de sus valores tradicionales. Así por ejemplo, la autonomía científica valorada como el rasgo fundamental de la actividad académica clásica, debe ceder terreno ante la orientación investigadora externa derivada de la

financiación empresarial, la cual en este momento lejos de ser prejuizada, se concibe como una prueba irrefutable de la validez de las actividades desarrolladas al interior de la universidad.

En todo caso, lo importante es reconocer que la evolución de la universidad, así como la forma en que ésta interactúa con los demás agentes sociales depende no solamente de elementos históricos propios del contexto, sino también de las características políticas, institucionales y culturales del entorno, es decir, constituye al final una manifestación de la configuración y de la dinámica general del sistema social en el que están insertas. El enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación ofrece un marco conceptual adecuado para la caracterización de estos elementos, ya que no solamente destaca la importancia de los mismos, sino que también llama la atención sobre la interacción de los diferentes actores y orienta el estudio de los procesos de innovación de los países en desarrollo.

En el capítulo 2, se abordó el análisis del componente institucional boliviano utilizando para ello el enfoque referido. Los resultados obtenidos evidencian la dificultad de hablar en Bolivia de la existencia de un Sistema Nacional de Innovación, cuando en la realidad los componentes que lo definen (elementos y relaciones) no se encuentran desarrollados. Un tejido industrial conformado fundamentalmente por sectores tradicionales poco intensivos en tecnología y con una baja capacidad de absorción; una base científico-tecnológica débil, caracterizada por el bajo número de investigadores y de institutos tecnológicos, así como la práctica inexistencia de un mercado de capitales capaz de apoyar efectivamente los proyectos de innovación empresarial, son los principales rasgos del contexto institucional boliviano, que a todas luces, constituyen fuertes barreras para la consolidación de los procesos de innovación. A lo anterior se suma la carencia de unas directrices claras, expresadas en términos de política científica y tecnológica, que definan la visión a futuro de lo que se desea y que al tiempo sea compartida por la mayoría de los agentes que hacen parte del sistema.

El análisis histórico de la evolución de la universidad, así como la utilización del concepto de los SNI como herramienta de análisis para abordar el componente institucional, dejan claro que en una sociedad cada vez más basada en el conocimiento, la centralidad que la institución universitaria alcance, como productora por excelencia del mismo, depende no solo de los procesos de cambio estructural y cultural que se gesten en su interior, sino también de la dinámica general de su

entorno social y de las demandas que su contexto en un determinado momento les realice. De esta forma, la relación de la universidad con el sector productivo, se convierten en uno de los elementos principales en las nuevas circunstancias, por constituir, si bien no el único, el eje central de la relación ciencia-tecnología-innovación.

Como corolario a lo anteriormente expuesto, se desprende la segunda cuestión de esta tesis, la identificación de los factores determinantes de la relación universidad empresa en el contexto específico boliviano. El análisis de este punto se abordó a través de la aplicación de un cuestionario a la comunidad docente de la Región Occidental de Bolivia. El estudio realizado, aunque considera solamente la perspectiva de uno de los actores implicados en el proceso de cooperación, ha permitido clarificar ciertos elementos que pueden servir de directrices para futuras políticas de fomento de la ciencia y la innovación en Bolivia.

El análisis del tema se ha realizado bajo la visión fundamental de la contribución de la universidad a los procesos de innovación empresarial, enfatizando en el desarrollo de las actividades de I+D universitarias y en éstas como objeto fundamental de la cooperación. En este sentido, tres elementos principales guiaron el estudio. El primero, esta orientado a la identificación de los factores clave que influyen en la dedicación de los docentes a los diferentes tipos de I+D. El segundo, a la determinación de los objetivos institucionales que impulsan el desarrollo de la cooperación así como su correspondencia con los incentivos personales de los docentes y los diferentes instrumentos de relación utilizados. Y por último, intenta responder directamente a la pregunta de cuáles son las variables que impulsa la cooperación entre académicos y empresarios para la realización de actividades de I+D y si dentro de las mismas, las políticas, tanto universitarias como gubernamentales, juegan un papel trascendental.

Con relación al primer elemento, el estudio refleja que las actividades de I+D no constituyen una actividad importante dentro de la estructura actual de las funciones académicas de las universidades bolivianas, hecho que restringe las posibilidades de cooperación con el sector productivo. Este hecho se deriva, fundamentalmente, de una distribución poco equilibrada, entre las diferentes actividades académicas, en cual la docencia consume la mayor proporción del tiempo y dificulta la dedicación del profesorado a otras actividades. En promedio los docentes dedican el 64% de su tiempo a la docencia (55% reglada y 9% no reglada) y solamente un 16% a las actividades de I+D. En la comunidad académica existe una tensión generalizada entre

las actividades que se ejecutan y las que desean desarrollar, concretamente existe una disconformidad entre la carga docente y las actividades de I+D. Este fenómeno constituye una manifestación de la dicotomía tradicional existente entre las funciones de enseñanza e investigación y pone de manifiesto que en Bolivia, la universidad no ha realizado el tránsito completo del modelo de universidad académica hacia el modelo de universidad clásica. Por otra parte, las actividades de I+D no están institucionalmente consolidadas, y la mayor parte corresponden a esfuerzos individuales de los docentes que no cuentan con la orientación ni con el respaldo de una política universitaria claramente definida. Lo anterior queda reflejado en el hecho de que el 60% de los docentes que realizan actividades de I+D las ejecutan de forma individual sin estar adscritos a ningún grupo de investigación estable o en su defecto un grupo ad-hoc creado para un proyecto específico. Este aspecto afecta negativamente la calidad de la investigación académica, si se tiene en cuenta que ésta constituye una actividad de grupo donde la multidisciplinariedad es un factor importante.

La realización de un tipo específico de I+D depende fundamentalmente del área científica a la cual se encuentre vinculado el docente y del origen de los recursos utilizados para el desarrollo de la misma. Aquellas disciplinas con un carácter más aplicado y menos basado en la ciencia (ingeniería y tecnología) se orientan en mayor medida a la investigación aplicada y al desarrollo tecnológico, mientras que disciplinas con un carácter científico mayor (ciencia naturales y exactas) tienen una mayor propensión al desarrollo de la investigación fundamental. Así mismo, se encontró una relación directa entre la financiación empresarial y la investigación aplicada, lo cual hace suponer que los contactos establecidos entre las empresas bolivianas y las universidades se desarrollan en el marco de los resultados derivados de dicha actividad y que las empresas no se encuentran interesadas en apoyar la investigación académica fundamental. Este hecho demuestra que en el contexto boliviano la relación de la universidad con el sector productivo puede acarrear consecuencias sobre la composición de la I+D académica, orientándola especialmente hacia las actividades de investigación aplicada y desarrollo tecnológico.

Con relación al segundo elemento, los objetivos de la RUE más valorados desde el punto de vista institucional son aquellos que se relacionan con el fortalecimiento de las funciones tradicionales de docencia e investigación, tanto en lo referente con la obtención de recursos financieros, como en lo relacionado con el intercambio de conocimientos relevantes. Este hecho es importante en la medida en que refleja que

para los docentes la cooperación es asumida como un mecanismo de doble vía, y no solo como una relación de oferta y demanda. En términos generales, la comunidad académica manifiesta una mayor aceptación hacia los procesos de cooperación. El 93% de los docentes muestran una disposición favorable para realizar actividades de I+D con el sector productivo, porcentaje que se ha incrementado en los últimos cinco años en un 11%. Sin embargo, aún se mantienen algunas prevenciones relacionadas especialmente con la comercialización directa del conocimiento generado, actividad que es en muchos aspectos contraria a los valores clásicos que han marcado la evolución de la institución. Hecho que se convierte en una barrera cultural que hace mucho más accidentado el cambio hacia el modelo de universidad empresarial y la adopción de ciertas actividades de la tercera misión, planteada por Etzkowitz (1997) como base de la segunda revolución académica.

Por otra parte, se manifiesta una discrepancia entre los objetivos institucionalmente aceptados y los incentivos personales que impulsan las actividades de cooperación. La creación de empresas derivadas de la investigación académica constituye el ejemplo más evidente de lo anteriormente expuesto. Desde la perspectiva institucional este objetivo no es valorado por ser considerado una actividad ajena a la misión universitaria, pero a título personal adquiere relevancia por sus beneficios económicos. Esta divergencia de intereses deja ver que en algunos casos el papel que se le reconoce a la universidad en el proceso de cooperación es más el de garante que el de ejecutora del mismo.

A pesar de la mayor aceptación que ha experimentado los procesos de cooperación dentro de la comunidad docente, éstos se encuentran poco desarrollados y según los propios académicos tienen su principal obstáculo en el soporte institucional existente. Las políticas universitarias actuales resultan poco favorables para fomentar los procesos de cooperación ya que dificultan la contratación de servicios con el sector productivo y le resta flexibilidad a los docentes para dedicar un mayor tiempo a las actividades de investigación. No obstante, y a pesar de lo anterior, no se encontró ninguna relación de influencia entre las medidas de política, tanto universitaria como gubernamental, y el grado de cooperación, lo cual supone que aunque se le reconoce su importancia como instrumento de fomento no se tiene claridad sobre lo que ellas implican en materia de vinculación o sobre los mecanismos operativos existentes para implementarlas. Por otra parte, hay que destacar como barreras adicionales a los procesos de cooperación la escasa disposición de recursos, tanto humanos como financieros, destinados al desarrollo de las actividades de I+D. La población de

doctores dentro de la comunidad académica boliviana es muy reducida, y como ejemplo de ello solamente el 5% de los docentes que participaron en el presente estudio tiene dicho grado académico. Así mismo, en el 84% de los casos no se cuenta con un presupuesto anual para realizar actividades de I+D o en su defecto éste presenta un nivel muy exiguo. A lo anterior se suma la poca participación en programas públicos de financiación de I+D y el escaso apoyo empresarial a dichas actividades. Todo ello, condiciona que las capacidades científico-tecnológicas de la universidad no sean las más adecuadas para establecer sólidos procesos de cooperación con el sector empresarial.

Sin embargo, los docentes tienen una mayor preferencia hacia los mecanismos de fomento orientados al desarrollo de estructuras que soporten los procesos de vinculación que aquellos dirigidos al fortalecimiento de la propia capacidad investigadora, las cuales como ya se ha mencionado no presentan un desarrollo suficiente. En este sentido, se valoran ampliamente mecanismos como la creación de órganos de coordinación entre la universidad y la empresa, la creación de parques tecnológicos e institutos mixtos de investigación.

Existen además limitaciones de carácter interno que frenan la cooperación, entre las cuales se destacan: el insuficiente apoyo institucional, la ausencia de un ambiente favorable para las relaciones y la falta de tiempo de los profesores dada su dedicación a las actividades docentes. En las respuestas de los docentes se hace hincapié, así mismo, que el tejido productivo boliviano está conformado por empresas de sectores tradicionales, poco receptivas hacia la cooperación y que manifiestan poco interés por la investigación académica.

Las actividades preferidas por los docentes para cooperar con las empresas son las de asesoramiento y apoyo tecnológico y las prácticas de alumnos en las empresas. Igualmente, dentro de las actividades de investigación, la conjunta supera a la contratada, afianzando con ello lo expresado anteriormente sobre la importancia del intercambio de conocimientos dentro de los beneficios de la cooperación.

Lo expresado precedentemente puede servir para orientar investigaciones posteriores sobre el papel que debe desempeñar la universidad boliviana en el contexto actual y específicamente sobre la forma de abordar el tema de la cooperación universidad empresa como una estrategia de desarrollo. En un contexto, donde la universidad adquiere cada vez más protagonismo como agente de desarrollo regional y adopta

funciones de carácter empresarial que trascienden del campo tradicional de la docencia y la investigación, la institución académica boliviana exhibe una dinámica diferente, producto no solo de su transformación interna sino también de las características del entorno en el que están insertas. En este sentido, antes de someter a la universidad a un proceso de cambio orientado por las trayectorias evolutivas adelantadas en el mundo desarrollado, vale la pena preguntarse si las condiciones que le dieron origen se encuentran igualmente presentes en el contexto propio. Después de lo planteado en el presente trabajo, la respuesta parece ser que no. Si bien lo anterior no significa en ningún momento que la universidad deba cerrarse a la adopción de esquemas innovadores orientados a la comercialización directa del conocimiento, si implica que estos no deben ser contemplados como la estrategia básica, en gran medida porque no existen las capacidades científico-tecnológicas adecuadas para llevarla a cabo. La universidad debe por lo tanto fortalecer en primer lugar su capacidad investigadora, y favorecer al mismo tiempo el incremento de la capacidad de absorción empresarial a través de la buena formación de sus egresados y su inserción en las empresas, como también por medio del fortalecimiento del proceso de formación continua. Es necesario igualmente que el gobierno asuma su papel como agente regulador y promotor, definiendo un marco legal favorable y estableciendo mecanismos de apoyo acordes con las necesidades y expectativas de los agentes sociales. Así mismo, hay que manifestar por la necesidad de avanzar en la formulación de políticas sistémicas para la innovación, entendidas ante todo como un instrumento de articulación social.

La intención final de la tesis es poner de manifiesto como afecta a un país periférico como Bolivia la sociedad del conocimiento, abordando la problemática del desarrollo como un proceso de transformación social integral. Las universidades, tienen un papel central en dicho proceso, participando en el desarrollo de capacidades endógenas de generación y aplicación de conocimientos, que ofrezcan soluciones no solo a problemas económicos sino también sociales. La excelencia de la educación superior, el fortalecimiento de la investigación, así como la formación y actualización de la comunidad empresarial, son aspectos centrales dentro de lo que la universidad puede y debe ofrecer. La adopción de la tercera misión por parte de la universidad boliviana, fundamentada en su contribución al desarrollo regional, debe ser asumida a través de la profundización de los procesos de aprendizaje e innovación, fortaleciendo su capacidad investigadora y ayudando al incremento de las capacidades tecnológicas empresariales, sobre todo en lo que a formación de recursos humanos se refiere, sin

desconocer su papel en la solución de problemas sociales, a través de la colaboración con las administraciones públicas en los procesos de cambio.

BIBLIOGRAFÍA

Abuchaibe, M., Amar, P., Vega, J. (2003); Propuesta de una política industrial para la región caribe colombiana. Universidad del Atlántico-Fundesarrollo, Bogotá.

Acs, Z., Carlsson, B. and Turik, R. (1996); Small business in the modern economy, Blackwell publishers, Oxford.

Aguirre, C. y Kaufmann, F. (2003); "La pequeña y mediana empresa y la innovación en Bolivia: un análisis empírico", en Innovación tecnológica, universidad y empresa, Ed. OIE, pág. 235-243, Madrid.

Albornoz, M. (1993); Las relaciones de las universidades con el sector productivo en Argentina, en Cooperación Universidad Empresa en Iberoamérica, Guilherme Ary Plonski Editor, CYTED, pág. 1-16, Sao Paulo.

Albornoz, M., Kreimer, P., Glavich, E. Eds. (1996); Ciencia y Sociedad en América Latina, Universidad Nacional de Quilmes.

Amar, P., Vega J., Ortega, M. (2001); El entorno financiero en el sistema regional de innovación del caribe colombiano, Ponencia presentada en el IX Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, Costa Rica.

Anderson, F., Dalpé, R., Davis, Ch. (1996); "External Guidance of University-Industry Linkages by Scholarly Granting Agencies: The Experience of the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada, 1977-1995", Book of Abstracts (a), pág. 3-4.

Arocena, R. (1998); "Uruguay: La universidad se convoca a asamblea", en Mendes Catani (Org.).

Arocena, R. y Sutz, J. (2001); La universidad latinoamericana del futuro. Tendencias – Escenarios – Alternativas. Universidad de la Republica Oriental del Uruguay. Colección UDUAL 11.

Arrow, K. J. (1962); "Economic welfare and the allocation of resources for inventions", en Nelson, R. (Ed.), *The rate and direction of inventive activity: economic and social factors*, Princeton, M.A. Princeton University Press.

Azagra, J. M. (2004); La contribución de las universidades a la innovación: efectos del fomento de la interacción universidad-empresa y las patentes universitarias, Tesis Doctoral, Universidad de Valencia.

Basalla, G. (1988); *The evolution of technology*, Cambridge University Press, Traducción de J. Vigil (1991): *La evolución de la tecnología*, Critica, Barcelona.

Beise, M. and Stahl, H. (1999); "Public research and industrial innovations in Germany", *Research Policy* 28, pág. 397-422.

Bellavista, J. y Renobell, V. Coords. (1999); *Ciencia, tecnología e innovación en América Latina*, Universitat de Barcelona.

Benavides, C. A. (1998); *Tecnología, innovación y empresa*, Ed. Pirámide, Madrid.

Ben-David, J. (1984); *The Scientist's Role in Society*, The University of Chicago Press.

Bonvecchio, C. (1997); *El mito de la universidad. Introducción, selección y notas*. Siglo Veintiuno editores, México, 7ª edición.

Bozeman, B. (2000); "Technology transfer and public policy: a review of research and theory", *Research Policy* 29, pág. 627-655.

Brisolla, S. y Guedes, L. (1995); El Instituto de Física de la UNICAMP y el desarrollo de la telefonía en Brasil: un caso de articulación eficaz de intereses, en Vessuri, H. (Ed.): *La Academia va al Mercado*, Editorial Fintec, pág. 41-64, Caracas.

Brooks, H. (1990); "Lessons of History: Successive Challenges to Science Policy", en Cozzens, S. *et al.* (Eds.): *The Research System in Transition*, Kluwer Academic Press, Dordrecht, pág. 11-22.

Brunner, J. J. (1990); "Educación superior, investigación científica y transformaciones culturales en América Latina", en BID-SECAB-CINDA, Vinculación universidad sector productivo, pág. 11-106, Santiago de Chile.

Bush, V. (1945); Science, the Endless Frontier. A Report to the President, Traducción en *Revista de estudios sociales de la ciencia* (En REDES 14), (1999): Ciencia, la frontera sin fin, pág. 89-136, Buenos Aires.

Castro, E. (1997); "Instrumentos de fomento de la innovación: el caso de España", en Cooperación Universidad-Empresa: experiencias comparadas, CINDA, pág. 235-261, Santiago de Chile.

CEPAL (1990); Transformación productiva con equidad, Santiago de Chile.

CEPAL (1991); El desarrollo sustentable: transformación productiva, equidad y medio ambiente, Santiago de Chile.

CEPAL (1992); Equidad y transformación productiva: un enfoque integrado, Santiago de Chile.

Cetto, A. M. y Vessuri, H. (1998); "Latin America and the Caribbean", en UNESCO, World Science Report 1998, Elsevier, París.

Chastenet, D., Reverdy, B., Brunat, E. (1990); Les interfaces universites-entreprises, ANCE-DATAR, Paris.

Clark, B. R. (1996); Creando universidades emprendedoras en Europa, *Revista Valenciana d'Estudis Autonòmics* 21, pág. 373-392, Valencia.

Clark, B. R. (1997); Las universidades modernas: espacios de investigación y docencia, Coordinación de Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México.

Clark, B. R. (1998); Creating Entrepreneurial Universities: Organizational Paths of Transformation, Pergamon, Guildford, UK.

Cohen, W. and Levinthal, D.J. (1989); "Innovation and Learning: The two faces of R&D", *Economic Journal* 99, pág. 569-596.

COLCIENCIAS (1996); Reunión hemisférica de ministros de ciencia y tecnología, Cartagena de Indias.

CONACYT-Bolivia (1998); Capítulo 1, en Campo Cabal A. & Yesid Bernal H. (Comp.); Interacción universidad sector productivo, Convenio Andrés Bello, Bogotá.

Conesa F. (1997); Las oficinas de transferencia de resultados de investigación en el sistema español de innovación, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia.

Coronado, G.D. y Acosta, S.M. (1999); "Innovación tecnológica y desarrollo regional", Información comercial española, *Revista de economía* 781, pág. 103-116.

COTEC (1999); Relaciones de la empresa con el sistema público de I+D, Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, Madrid.

COTEC (2001); Gestión de la innovación y la tecnología en la empresa, Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, Madrid.

Cozzens, S. E., Healey, P., Rip, A., Ziman, J. Eds. (1990); *The Research System in Transition*, Kluwer, Dordrecht, The Netherlands.

Dosi, G. (1982); "Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technological change", *Research Policy*, 11 (3), pág. 147-162.

Dussauge, P., Hart, S., Ramanantsoa, B. (1992); *Strategic technology management*, John Wiley and Sons, Chichester, Sussex, UK.

Edquist, C. Ed. (1997); *Systems of Innovation*, Pinter, London.

Elzinga, A. and Jamison, A. (1995); "Changing Policy Agendas in Science and Technology", en Jasanoff, S. *et al.* (Eds.): *Handbook of Science and Technology Studies*, Sage, California.

Escorsa, P., De la Puerta, E. (1991); "La estrategia tecnológica de la empresa: una visión de conjunto", *Economía Industrial* N° 281, Sept.-Oct., pág. 93-107, Barcelona.

Escorsa, P. y Valls, J. (1997); *Tecnología e innovación en la empresa: Dirección y gestión*, Ediciones UPC, Barcelona.

Etzkowitz, H. (1990); "The Second Academic Revolution: The Role of the Research University in Economic Development", en Cozzens, S. *et al.* (Eds.), pág. 109-124.

Etzkowitz, H. (1997); "The Entrepreneurial University and the Emergence of Democratic Corporatism", in Etzkowitz, H. and Leydesdorff, L. (Eds.), pág. 141-152.

Etzkowitz, H. (1998); The norms of entrepreneurial science: cognitive effects of the new university-industry linkages, *Research Policy* 27: pág. 823-833.

Etzkowitz, H. and Leydesdorff, L. (1998); 'The Endless Transition: A "Triple Helix" of University-Industry-Government Relations', *Minerva* 36, pág. 203-08.

Etzkowitz, H. and Leydesdorff, L. (2000); The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2 to a Triple Helix of university-industry-government relations, *Research Policy* 29: pág. 109-125.

Etzkowitz, H. and Leydesdorff, L. Eds. (1997); *Universities and the Global Knowledge Economy. A Triple Helix of University-Industry-Government Relations*, Pinter, London.

Fassim, I. (1991); "Academic ethos versus business ethics", en McBrierty, V.J. y O'Neill, E. (Eds.) *University-Industry-Government Relations, A Special Issue of the International Journal Technology Management*, pág. 533-446.

Fernández de Lucio, I. (1997); Aspectos generales de la interrelación Universidad-Empresa: una visión de España, en *Cooperación Universidad-Empresa*, CINDA, pág. 165-180, Santiago de Chile.

Fernández de Lucio, I. (1997); Diseño de las unidades de vinculación Universidad-Empresa: una visión de España, en *Cooperación Universidad-Empresa*, CINDA, pág. 265-285, Santiago de Chile.

Fernández de Lucio, I., Castro, E., Conesa, F. y Gutierrez, A. (2000); "Las relaciones universidad-empresa: entre la transferencia de resultados y el aprendizaje regional", en *Revista Espacios*, Vol. 21 (2), pág. 127-147, Caracas.

Fernández de Lucio, I., Gutiérrez A., Azagra, J. y Jiménez, F. (2000); "El Sistema Valenciano de Innovación en el inicio del siglo XXI", *Revista Valenciana d'Estudis Autonòmics* 30, pág. 7-64, Valencia.

Fernandez de Lucio, I., Gutierrez, A., Benlloch, E. (1994); Presente y futuro de la dimensión regional de la ciencia y la tecnología en España, *Revista Arbor*, Vol. 584, pág. 107-143, Madrid.

Fernández de Lucio, I., y Conesa, F. (coords.), Garea, M., Castro, E., Gutierrez, A., y Bodegas, M. A. (1996); "Estructuras de interfaz en el Sistema Español de Innovación. Su papel en la difusión de tecnología", Universidad Politécnica de Valencia.

Fichte, J., Schleiermacher, F., Humboldt, W. , Nietzsche, F., Weber, M., Scheler, M., Jaspers, K. (1959); La idea de la Universidad en Alemania, Ed. Instituto de Filosofía - Universidad de Montevideo. Editorial Sudamericana, Buenos Aires.

Freeman, C. (1987); *Technology Policy and Economic Performance. Lesson from Japan*, Pinter, London.

Freeman, C. (1988); Japan: A new national system of innovation, en Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G., Soete, L. (Eds.), *Technical change and economic theory*, pág. 330-348, Pinter, London.

Freeman, C. (2000); La economía del cambio tecnológico, en: Economía de la innovación: Las visiones de Ralph Landau y Christopher Freeman, Estudio N° 17. Fundación COTEC.

Freeman, C. and Perez, C. (1988); Structural crises of adjustment: business cycles and investment behaviour, en Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G., Soete, L. (Eds.), *Technical change and economic theory*, pág. 38-66, Pinter, London.

Freeman, C. and Soete, L. (1997); *The Economics of Industrial Innovation*, Third Edition, The MIT Press, Cambridge, Mass.

García, A., Fernández de Lucio, I., Azagra, J., López, M. (2002); Análisis de las actividades de Investigación y desarrollo y de cooperación entre las comunidades académica y empresarial de la Comunidad Valenciana, *Revista Valenciana d'Estudis Autònoms* 38, pág. 39-104, Valencia.

Gelins, A., Nelson, R. and Sampat, B. (1997); "The surge of University Patenting: What are the Causes?". Ponencia presentada a la Conferencia Triple Helix II, Nueva York.

Geuna, A. (1998); "The Internationalisation of European Universities: A Return to Medieval Roots", *Minerva* 36, pág. 253-270.

Geuna, A. (1999); "An Evolutionary Account of European Universities", capítulo 3 de su libro *The Economics of Knowledge Production. Funding and the Structure of University Research*, Edward Elgar. UK.

Giacometti, M. Ed. (1997); *Technology transfer between university and industry. Problems and solutions in European countries*. Francoangelli. Milano.

Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Scharzman, S., and Trow, M. (1994); *The new production of knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies*, Sage, London.

Gorey, R. M. and Dobat, D. R. (1996); *Managing in the knowledge era*, New York.

Gould, G. B. (1997); Vinculación universidad-sector productivo: una reflexión sobre la planeación y operación de programas de vinculación, ANUIES, Universidad Autónoma de Baja California, México.

Guston, D.H. and Keniston, K. (1994); 'Introduction: The Social Contract for Science', pág. 1-41 in Guston and Keniston Eds. (1994) *The Fragile Contract: University Science and the Federal Government*, MIT Press, Cambridge.

Hall, P. (1994); *Innovation economics and evolution*, Prentice Hall, New York.

Henderson, R., Jaffe, A. B. and Trajtenberg, M. (1998); "Universities as a source of commercial technology: A detailed analysis of university patenting, 1965-1988", *Review of economics and statistic* 80 (1), pág. 119-127.

Hermes, N. and Lensink, R. (2000); Foreign Direct Investment, Financial Development and Economic Growth, Mimeo, Faculty of Economics and Faculty of Management and Organisation, University of Groningen.

Hidalgo, A. (1997); Desarrollo de los modelos de vinculación, en Cooperación Universidad-Empresa, CINDA, pág. 121-132, Santiago de Chile.

Humboldt, W. von (1959); Sobre la organización interna y externa de los establecimientos científicos superiores en Berlín, en La idea de la universidad alemana, Instituto de filosofía-Universidad de Montevideo, Ed. Sudamericana, pág. 209-220, Buenos Aires.

Jaffe, A. B. (1989); "Real effects of academic research", *American economic review* 79, pág. 957-970.

Jaque, R. F., Rueda, A., Sánchez, C. (1987); Un Análisis de las relaciones Universidad-Empresa: Realidades y Posibilidades, Ed. UAM, Madrid.

Jaramillo, L. J. (1999); Modulo 1: Ciencia, Tecnología, sociedad y desarrollo, en Serie: Aprender a Investigar, ICFES, Santa Fe de Bogota.

Kamien, M. and Schwartz, N. (1982); Market structure and innovation, Cambridge university Press, Cambridge.

Katz, J. (1999); "Cambios en la estructura y comportamiento del aparato productivo latinoamericano en los años 1990: después del 'Consenso de Washington', que?", Trabajo presentado al seminario "Políticas para favorecer el Sistema Nacional de Innovación", Secretaria de Ciencia y Tecnología, Buenos Aires.

Kline, S.J. and Rosenberg, N. (1986); "An Overview of innovation", en Landau, Rosenberg (Eds.), The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth. Washington: National Academy Press, pág. 275-306.

Kobus, J. (1996); "Universities and the creation of Spin-off companies-university of Twente and the TOP and TOS programmes", *Industry and higher education*, September, Twente.

Lavados, I. M. (1994); *Visión histórica de la relación en América Latina, en Gestión y desarrollo tecnológicos: Rol de la universidad latinoamericana*, CINDA, pág. 35-42, Santiago de Chile.

Le Goff, J. (1977); *La Civilisation de l'Occident Médiéval*", Arthaud, París.

Lee, Y. S. (1996); "Technology transfer and the research university: a search for the boundaries of university-industry collaboration", *Research Policy* 25: pág. 843-863.

Leydesdorff, L. and Etzkowitz, H. (1996); "Emergence of a Triple Helix of university-industry-governement relations", *Science and Public Policy* 23 (5), pág. 279-286.

Lundvall, B. A. (1992); *National systems of innovation. Towards a theory of innovation and interactive learning*, Pinter, London.

Lundvall, B. A. and Borrás, S. (1998); *The globalising learning economy. Implications for innovation policy*, European Commission Studies, Luxemburgo.

Mansfield, E. (1991); "Academic research and industrial innovation", *Research Policy* 20, pág. 1-12.

Mansfield, E. (1998); "Academic research and industrial innovation: An update of empirical findings", *Research Policy* 25, pág. 773-776.

Martin, B. R. (1995); "Foresight in Science and Technology", *Technology Analysis and Strategic Management* 7, pág.139-68.

Martin, B. R. (2003); "The changing social contract for science and the evolution of the university", en Geuna, *et al.* (Ed); *Science and Innovation: Rethinking the rationales for funding and governance*, pág. 7-29, Cheltenham, UK.

Martin, B. R. and Skea, J. E. (1992); Academic Research Performance Indicators: An Assessment of the Possibilities, Report to the Advisory Board for the Research Councils (ABRC) and the Economic and Social Research Council (ESRC), Swindon.

Martínez, C. (1997); Cooperación Universidad-Empresa: Contexto y estrategias para su desarrollo, en Cooperación Universidad-Empresa: experiencias comparadas, CINDA, pág. 25-88, Santiago de Chile.

Mayorga, R. (1997); Closing the gap, social programs division, social programs and sustainable development, IDB, Washington.

Mendoza, R. (2002); "Construyendo una visión de futuro a partir de la pequeña empresa", en FES-ILDES Ed., Bolivia: visiones de futuro, pág. 363-389, La Paz.

Merton, R. (1973); The sociology of science, University of Chicago Press, Chicago.

Merton, R. K. (1938); Science, technology and society, in Seventeenth Century, Sainte Catherine Press.

Meyer-Krahmer, F. and Schmoch, U. (1998); "Science-based technologies: university-industry interactions in four fields", *Research Policy* 27, pág. 835-851.

Michavila, F. y Calvo, B. (1998); La Universidad Española Hoy: Propuesta para una política universitaria, Ed. Síntesis, Madrid.

Molero, J. (1990); Economía e innovación. Economía Industrial Sept.-Oct., pág. 39.

Moreno, F. P. (1993); Colombia: El inicio de la formalización de las relaciones entre la universidad y el sector productivo, en Cooperación Empresa-Universidad en Iberoamérica, Guilherme Ary Plonski Editor, CYTED, pág. 55-80, San Paulo.

Mowery, D. y Rosenberg, N. (1997); "The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies", en Rosenberg, N. (Ed.) Inside the Black Box: Technology and Economics, Cambridge University Press, pág. 193-244.

Mowery, D., Nelson, R., Sampat, B. H. Ziedonis, A. A. (2001); "the growth of patenting and licensing by U.S. universities: an assessment of the effects of the Bayh-Dole Act of 1980", *Research Policy* 30, pág. 99-119.

Nelson, R. (1981); Research on productivity growth and productivity differences: Dead ends and new departures. *Journal of Economic Literature* 19, pág.1029-1064.

Nelson, R. (1986); "R&D, Innovation and public policy", *American economic review* 76, pág. 186-189.

Nelson, R. Ed. (1993); National Innovation Systems, Oxford University Press, London.

Nelson, R.R. and Winter, S.G. (1982); An Evolutionary Theory of Economic change. Harvard University Press. Cambridge Mass.

Niosi, J. (2002); "National systems of innovations are "x-efficient" (and x-effective) Why some are slow learners, *Research Policy* 31, pág. 291-302.

OCDE (1992); Technology and the economy. The key relationships, Paris.

OCDE (1994); Frascati Manual, Paris.

OCDE (2000); University research in transition, Paris.

Pampillón, R. O. (1991); *El déficit tecnológico español*, Instituto de estudios económicos, Madrid.

Pavitt, K. (1988); "Uses and abuses of patent statistics", en van Raan, A. (Ed.), *The Handbook of Quantitative Studies of Science*, Elsevier, Amsterdam.

Pavitt, K. (1991); ¿Dónde reside la utilidad económica de la investigación básica?, *Revista Arbor* N° 546, Junio, Pág. 40.

Pavitt, K. (1998); "Do patents reflect the useful research output of universities", *Research evaluation* 7, pág. 105-111.

Pelikan, J. (1992); *The Idea of the University: A Re-examination*, Yale University Press, New Haven.

Perkin, H. (1984); *The Historical Perspective*, en B. Clark (Ed.), *Perspectives on Higher Education: Eight Disciplinary Perspectives*, Berkeley, CA: University of California Press, pág.17-55.

Plonski, G. A. (1993); *Cooperación Empresa Universidad en Ibero América*, Guilherme Ary Plonski Editor, CYTED, Sao Paulo.

Plonski, G. A. (1994); *Vinculación universidad-sector productivo en Iberoamérica*, en *Gestión y desarrollo tecnológicos: Rol de la universidad latinoamericana*, CINDA, pág. 57-64, Santiago de Chile.

PNUD (1999); *Rapport mondial sur le développement Humain*, De Boeck Université.

Porter, M. (1999); "La ventaja competitiva de las naciones", en *Ser Competitivo: Nuevas aportaciones y conclusiones*. Ediciones Deusto. Bilbao.

Ramírez, G. R. (1994); *Oferta tecnológica de las instituciones académicas y técnicas en Chile*, en *Gestión y desarrollo tecnológicos: Rol de la universidad latinoamericana*, CINDA, pág. 97-116, Santiago de Chile.

Ramírez, G. R. (1997); *Mecanismos de vinculación universidad-empresa: Análisis y proposiciones*, en *Cooperación Universidad-Empresa: experiencias comparadas*, CINDA, pág. 295-331, Santiago de Chile.

Rosegger, G. (1986); *The economics of production and innovation: an industrial perspective*, 2ª Ed., Pergamon Press, Oxford.

Rosenberg, N. (1979); "Cambio tecnológico en la industria de máquinas herramienta: 1840-1910", en *Tecnología y Economía*, Gustavo Gili, pág. 17-41, Barcelona.

Rosenberg, N. (1993); *Dentro de la caja negra: tecnología y economía*, La Llar del Llibre, Barcelona.

Rosenberg, N. and Nelson, R. (1994); "American universities and technical advance in industry", *Research Policy* 23, pág. 323-348.

Rothblatt, S. and Wittrock, B. (1993); *The European and American University Since 1800, Historical and sociological essays*, Cambridge University Press.

Roussel, P. A., Saad, K. N., y Erikson, T. J. (1991); Tercera generación de I+D. Su integración en la estrategia de negocio, Ed. McGraw-Hill, pág. 15-65, Madrid.

Rudy, W. (1984); *The university of Europe, 1100-1914. A. History*, Cranbury: Associated University Press.

Sabato, J. y Botana, N. (1968); "La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina", *Revista de Integración*, N° 3, Noviembre, Buenos Aires.

Sabato, J. y Mackenzie, M. (1982); *La producción de tecnología. Autónoma o transnacional*, Nueva Imagen, México.

Schmookler, J. (1966); *Invention and economic growth*, Harvard University Press.

Schumpeter, J. (1934); "The Theory of Economic Development", Harvard University Press (Traducción al castellano, Fondo de Cultura Económica, México, 1957).

Sebastián, J. (1993); Cooperación empresa-universidad: perspectiva contemporánea, en *Cooperación empresa-universidad en Iberoamérica*, Guilherme Ary Plonski Editor, CYTED, San Paulo.

Smilor, R. W., Dietrich, G. y Gibson, D. V. (1993); "La Universidad Empresarial: Función de la educación superior en los Estados Unidos en materia de comercialización de la tecnología y el desarrollo económico", *Revista Internacional de Ciencias Sociales* 135, UNESCO, pág. 3-14.

Soete, L. (1995); '(Constructive) Technology Assessment: An Economic Perspective', en Rip, A., Misa, T. J., Schot, J. (Eds.), *Managing technology in society. The approach of constructive technology assessment*, Pinter, London.

Solleiro, J. L. y López, R. (1993); La experiencia reciente de vinculación universidad-empresa en México, en Cooperación empresa-universidad en Iberoamerica, Guilherme Ary Plonski Editor, CYTED, pág. 137-160, San Paulo.

Solow, R. (1956); "A contribution to the theory of economic growth", *Quarterly Journal of Economics* 70, pág. 65-94.

Solow, R. (1957); "Technical change and the aggregate production function", *Review of Economics and Statistics* 34, pág. 312-20.

Sutz, J. (1998); "Ciencia, tecnología y sociedad: argumentos y elementos para una innovación curricular", en *Revista Iberoamericana de Educación* 18, pág. 145-170.

Sutz, J. (2000); The university-industry-government relations in Latin America, *Research Policy* 29, pág. 279-290.

Telleria, J. L. (1999); Ciencia, Tecnología y Sociedad en Latinoamérica, La Paz.

Telleria, J. L. (2001); Manual y glosario razonado sobre ciencia, tecnología e innovación en Latinoamérica, Ed. CEUB, La Paz.

Trow, M. (1974); Problems in the Transition from Elite to Mass Higher Education, Universidad de California, Berkeley, Instituto de Estudios Internacionales, reimp. 444.

Tünnermann, C. (1999); "Introducción" a Historia de las universidades de América Latina, Unión de Universidades de América Latina, Colección UDUAL, pág. 9-61.

UNESCO (1998); La educación superior en el siglo XXI: Visión y acción, Conferencia Mundial sobre la Educación Superior, Paris.

Valls, J. (1995); Transferencia de tecnología, Recapitulació teórica, Barcelona, Document de treball UPC/CIRIT.

Von Hippel, E. (1988); The Sources of Innovation, Oxford University Press, N.Y.

Wittrock, B. (1993); "The Modern University: the Three Transformations" in *The European and American University since 1800, Historical and sociological essays*, (Ed.) by Sheldon Rothblatt and Björn Wittrock. Cambridge University Press.

Wood, A. (1995); *North-South trade, Employment and inequality. Changing fortunes in a skill-driven world*, Clarendon Press, Oxford.

Ziman, J. (1991); 'Academic Science as a System of Markets', *Higher Education Quarterly* 12, pág. 57-68.

Ziman, J. (1994); *Prometheus Bound. Science in a dynamic steady state*, Cambridge University Press.

SIGLAS Y ABREVIATURAS

ADER	Associations pour le Développement de L'Enseignement et de la Recherche (Francia)
AECI	Agencia Española de Cooperación Internacional (España)
ALTEC	Asociación Latino-Iberoamericana de Gestión Tecnológica
ANUIES	Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (México)
ANUP	Asociación Nacional de Universidades Privadas (Bolivia)
AURIL	Association of University Research and Industry Links (Reino Unido)
BCB	Banco Central de Bolivia
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CDTI	Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial
CEPAL	Comisión Económica para América Latina
CEPB	Confederación de Empresarios Privados de Bolivia
CEUB	Comité Ejecutivo de la Universidad Boliviana
CIID	Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo
CINDA	Centro Interuniversitario de Desarrollo
COLCIENCIAS	Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Bolivia)
COTEC	Fundación para la Innovación Tecnológica (España)
CPI	Centros Públicos de Investigación o Privado (España)
CRE	Consejo de Rectores Europeos
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España)
CYTED	Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo
DICYT	Dirección de Investigación, Ciencia y Tecnología
EDI	Estructura de Interfaz
EJC	Equivalentes a Jornada Completa
FONDECYT	Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (Bolivia)
FONDEF	Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (Chile)
FONTAR	Fondo Tecnológico Argentino (Argentina)
FUE	Fundación Universidad Empresa (España)
I+D	Investigación y Desarrollo Tecnológico
ICFES	Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior
IED	Inversión Extranjera Directa

IFI	Instrumentos para el Fomento de la Interacción
INE	Instituto Nacional de Estadística (Bolivia)
INGENIO	Instituto de Gestión de la Innovación y del Conocimiento (CSIC-UPV)
ISCED	Norma Internacional de Clasificación de la Educación
ISI	Institute Scientific Information
ITESM	Instituto Tecnológico de Monterrey (México)
LRU	Ley de Reforma Universitaria (España)
MIT	Massachusetts Institute Technology
NASA	National Aeronautics and Spaces Administration
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
OEA	Organización de los Estados Americanos
OEI	Organización de Estados Iberoamericanos
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
OTRI	Oficinas de Trasferencias de Resultados de Investigación (España)
OTT	Oficinas de Transferencia Tecnológica (España)
OVTT	Oficina de Valoración y Transferencia de Tecnología (España)
PEA	Población Económica Activa
PIB	Producto Interno Bruto
PNID	Plan Nacional de Investigación y Desarrollo (España)
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PYMES	Pequeñas y Medianas Empresas
RUE	Relaciones Universidad Empresa
SCI	Science Citation Index
SCTI	Sistema de Ciencia, Tecnología e Industria (España)
SECAB	Secretaria Ejecutiva del Convenio Andrés Bello
SICYT-CEUB	Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología-Comité Ejecutivo de la Universidad Boliviana
SINDECYT	Sistema Nacional para el Desarrollo Científico Tecnológico (Bolivia)
SNCYT	Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (Bolivia)
SNI	Sistema Nacional de Innovación
SPRU	Science and Technology Policy Research University of Sussex (UK)
SUB	Sistema Universitario Boliviano
TIC	Tecnologías de Información y Comunicación
UAM	Universidad Autónoma de Madrid
UATF	Universidad Autónoma Tomas Frías
UDUAL	Unión de Universidades de América Latina
UMSA	Universidad Mayor de San Andrés

UMSS	Universidad Mayor de San Simón
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNICAMP	Universidade Estadual de Campiñas
UPC	Universidad Politécnica de Cataluña
UPV	Universidad Politécnica de Valencia
UTO	Universidad Técnica de Oruro

ANEXOS

Anexo 1
Mapa de Bolivia



Anexo 2
ENCUESTA A LA COMUNIDAD DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD
BOLIVIANA SOBRE LAS RELACIONES UNIVERSIDAD EMPRESA

I. CUESTIONES GENERALES

1. Edad:

Menos de 30 años	Entre 30 y 39 años	Entre 40 y 49 años	Más de 49 años
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Sexo:

Hombre	Mujer
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Años de actividad docente en la actual o en anteriores Universidades:

Menos de 5 años	Entre 5 y 9 años	Entre 10 y 14 años	Más de 14 años
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Grado académico mas alto que tiene:

Doctor	Maestría	Especialización	Ingeniero / Licenciado	Técnico Superior
<input type="checkbox"/>				

5. Escala docente a la que pertenece:

Catedrático y/o Docente Titular	Docente contratado	Docente interino a tiempo completo	Docente interino a tiempo horario	Profesor invitado y/o asociado
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. ¿Ocupa un cargo directivo dentro de la Universidad?

Sí	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Duración global de las estancias en Universidades o centros de investigación extranjeros:

0	Entre 0 y 5 meses	Entre 6 y 11 meses	Entre 12 y 24 meses	Más de 24 meses
<input type="checkbox"/>				

8. Numero de evaluaciones de productividad en la actividad de investigación científica

Ninguno	Uno	Dos	Tres	Cuatro o más
<input type="checkbox"/>				

9. ¿En qué área científica sitúa su actividad académica principal?

Ciencias exactas y naturales	Ingeniería y tecnología	Ciencias de la salud	Ciencias agrarias	Ciencias sociales y humanidades
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿Cómo distribuye su tiempo entre las distintas actividades académicas?

	Porcentaje
10. Docencia reglada	
11. Docencia no reglada	
12. Investigación y desarrollo (I+D) ⁹¹	
13. Gestión	
14. Otras actividades	
TOTAL	100%

¿Cómo cree que *debería* estar distribuido su tiempo entre las distintas actividades académicas?

	Porcentaje
15. Docencia reglada	
16. Docencia no reglada	
17. Investigación y desarrollo	
18. Gestión	
19. Otras actividades	
TOTAL	100%

Si contestó "0%" a la pregunta 12, pase a contestar la pregunta 30.

⁹¹ No incluye la preparación de docencia; pero si actividades de apoyo y asesoría tecnológicos, escalado de procesos, prototipos y otros.

II. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I+D)

20. Realiza habitualmente actividades de I+D.

Sí	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Si la respuesta es negativa, por favor pase a la pregunta 30.

21. ¿Cómo realiza sus actividades de I+D?

En el seno de un grupo de investigación estable ⁹²	En el seno de un grupo que se forma ad hoc para cada proyecto	Individualmente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

22. ¿Es usted responsable del grupo investigador?

Sí	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿Cómo distribuye su tiempo entre los distintos tipos de I+D que realiza?

	Porcentaje
23. Investigación básica ⁹³	
24. Investigación aplicada ⁹⁴	
25. Desarrollo tecnológico ⁹⁵	
TOTAL	100%

26. En el caso de desarrollar su actividad de I+D en el seno de un grupo, ¿en cual de las siguientes estructuras desarrolla *principalmente* su actividad investigadora?

Facultad, carrera o departamento universitario	Instituto o unidad propia de la universidad o mixta con otras instituciones	Hospital público	Instituto tecnológico o instituto mixto de la universidad con empresas	Otro tipo de centros públicos, organismos o entidades privadas
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

27. ¿Qué programas públicos financian los proyectos de I+D en los que participa? Señale hasta 2 opciones:

Programas departamentales	Programas nacionales	Programas internacionales	Otros	No participo en ningún programa
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

28. ¿Cuál es aproximadamente el presupuesto anual de I+D que maneja su grupo o, en su caso, usted?

0 pesos bolivianos	Entre 1 y 100 mil pesos bolivianos	Entre 101 y 500 mil pesos bolivianos	Entre 501 y 999 mil pesos bolivianos	Más de 1 millón de pesos bolivianos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

29. ¿Qué porcentaje del presupuesto anterior es financiado por contratos con empresas u otras entidades?

0%	Entre el 1% y el 20%	Entre el 21% y el 50%	Más del 50%	No sé
<input type="checkbox"/>				

III. UNIVERSIDAD Y RELACIONES UNIVERSIDAD-EMPRESA

30. ¿Cree que la Universidad debe realizar actividades de I+D para las empresas?

Sí	Me es indiferente	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

31. ¿Hace aproximadamente 5 años, creía usted que la Universidad debía realizar actividades de I+D para las empresas?

Sí	Me fue indiferente	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

92 Formado por tres o más investigadores doctores de plantilla que desarrollen proyectos conjuntos de forma continuada

93 Creación de conocimientos no dirigida a una aplicación determinada.

94 Creación de conocimientos dirigida a una aplicación determinada.

95 Aplicación de conocimientos existentes para obtener procesos de fabricación, productos o servicios nuevos o mejorados. Incluye actividades de apoyo y asesoría tecnológicas, así como el escalado de procesos, prototipos, etc.

32. ¿Cómo influye la política institucional de su universidad en la cooperación con las empresas?

La favorece	No influye	La perjudica	No sé
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿Qué importancia atribuye a las relaciones de la universidad con las empresas para...?

		Alta	Media	Baja	Ninguna
33.	Favorecer en la Universidad la investigación orientada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34.	Participar en el desarrollo económico de la región	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35.	Intensificar la comercialización de los resultados de la investigación académica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36.	Favorecer la creación de empresas basadas en la investigación académica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37.	Obtener financiación adicional para las actividades de I+D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38.	Adecuar los programas docentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Valore la eficacia de los siguientes mecanismos para fomentar las relaciones universidad-empresa.

		Muy eficaz	Bastante eficaz	Poco eficaz	Nada Eficaz	No sé
39.	La dotación de mayores medios a la actual DICYT ⁹⁶ de su Universidad	<input type="checkbox"/>				
40.	El establecimiento de personal de la DICYT en su Facultad, Carrera o Instituto	<input type="checkbox"/>				
41.	La presencia en su Facultad o Carrera de personal técnico para apoyo a las relaciones universidad-empresa	<input type="checkbox"/>				
42.	La presencia en su Facultad o Carrera de técnicos de laboratorio para la realización de actividades de I+D	<input type="checkbox"/>				
43.	La creación de un órgano de coordinación entre la universidad y las organizaciones empresariales	<input type="checkbox"/>				
44.	La creación institutos mixtos entre la universidad y las empresas	<input type="checkbox"/>				
45.	La creación de un parque científico y tecnológico	<input type="checkbox"/>				
46.	Políticas de gobierno para fortalecer las relaciones universidad-empresa	<input type="checkbox"/>				

Para desarrollar las relaciones de la universidad con las empresas, ¿qué importancia concede a los siguientes servicios?

		Alta	Media	Baja	Ninguna	No sé
47.	Información sobre las ayudas nacionales e internacionales para financiar las relaciones universidad-empresa	<input type="checkbox"/>				
48.	Información sobre las ayudas públicas para financiar las relaciones universidad-empresa	<input type="checkbox"/>				
49.	Ayuda en la búsqueda de empresas interesadas	<input type="checkbox"/>				
50.	Colaboración en la negociación de los contratos	<input type="checkbox"/>				
51.	Apoyo a la elaboración de memorias de proyectos	<input type="checkbox"/>				
52.	Asesoría para la elaboración y gestión de patentes	<input type="checkbox"/>				
53.	Asesoría para la creación de empresas	<input type="checkbox"/>				
54.	Una gestión económica/administrativa eficaz y flexible	<input type="checkbox"/>				
55.	Un marco normativo explícito y adecuado	<input type="checkbox"/>				

56. Los medios que dispone su universidad para gestionar las relaciones con las empresas son:

Excesivos	Los necesarios	Escasos	No sé
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

⁹⁶ Dirección de Investigación, Ciencia y Tecnología; Unidad de la universidad para favorecer y facilitar las relaciones universidad-empresa.

IV. PROFESORES Y RELACIONES UNIVERSIDAD-EMPRESA

57. ¿Coopera con empresas en actividades de I+D?

Mucho	Bastante	Poco	Nada
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

58. ¿Estaría interesado en incrementar su cooperación con empresas?

Sí	No	Me es indiferente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Independientemente de que colabore o no con empresas, ¿le frenan los siguientes aspectos para relacionarse con ellas?

		Mucho	Bastante	Poco	Nada	No sé
59.	La ausencia de empresas adecuadas para cooperar	<input type="checkbox"/>				
60.	El escaso interés de las empresas por la investigación que usted realiza	<input type="checkbox"/>				
61.	Las dificultades de comunicación con las empresas por las diferencias de lenguaje, intereses, etc.	<input type="checkbox"/>				
62.	El considerar que hacerlo no está entre sus responsabilidades	<input type="checkbox"/>				
63.	El no estar motivado personalmente para ello	<input type="checkbox"/>				
64.	La falta de tiempo, dada su dedicación a actividades docentes	<input type="checkbox"/>				
65.	La insuficiencia del apoyo institucional necesario para hacerlo	<input type="checkbox"/>				
66.	La ausencia de un ambiente favorable para las relaciones en su universidad	<input type="checkbox"/>				

También con independencia de que colabore o no con empresas, ¿cómo cree que relacionarse con ellas influye sobre los siguientes aspectos?

		Positivamente	Nada	Negativamente	No sé
67.	El salario del profesor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
68.	La orientación de la actividad investigadora hacia la innovación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
69.	La adecuación de la actividad docente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
70.	Las salidas profesionales de alumnos y colaboradores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
71.	La resolución de problemas reales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
72.	Las prácticas en empresas de los alumnos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
73.	El intercambio de conocimientos relevantes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
74.	La obtención de recursos públicos para proyectos de I+D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
75.	La docencia reglada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
76.	La carrera científica (evaluación sistemática de calidad)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
77.	La libertad de elección de la temática de I+D a realizar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿Mediante qué tipo de actividades preferiría usted relacionarse con las empresas? (señale como máximo 3 actividades).

78.	Contactos informales	<input type="checkbox"/>
79.	Asesoramiento y apoyo tecnológico	<input type="checkbox"/>
80.	Prácticas de alumnos en empresas	<input type="checkbox"/>
81.	Formación bajo demanda empresarial	<input type="checkbox"/>
82.	Investigación contratada	<input type="checkbox"/>
83.	Investigación conjunta	<input type="checkbox"/>
84.	Licencia de patentes	<input type="checkbox"/>
85.	Intercambio de personal investigador	<input type="checkbox"/>
86.	Centros mixtos	<input type="checkbox"/>

87. ¿Estaría dispuesto a impulsar en su Universidad la creación de empresas afines a su campo de actividad?

Sí	No	No sé
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

V. EMPRESAS Y RELACIONES UNIVERSIDAD EMPRESA

88. ¿Participa normalmente en la realización de contratos con empresas?

Sí	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

En caso de respuesta negativa, pase, por favor, a la pregunta nº 103.

Indique con qué frecuencia coopera con las empresas, atendiendo a su ubicación geográfica:

		Con mucha frecuencia	Con bastante frecuencia	Con poca frecuencia	Nunca	No sé
89.	Empresas departamentales	<input type="checkbox"/>				
90.	Empresas nacionales	<input type="checkbox"/>				
91.	Empresas extranjeras	<input type="checkbox"/>				

92. ¿Con qué tipo de empresas contrata más frecuentemente, según su tamaño? (señale hasta dos posibilidades)

Microempresas (hasta 10 trabajadores)	Pequeñas empresas (11-50 trabajadores)	Medianas empresas (51-250 trabajadores)	Grandes empresas (más de 250 trabajadores)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

93. ¿Cuál es el nivel de formación más frecuente de su interlocutor en la empresa?

Doctor	Licenciatura o Superior (Ciencias Exactas, Naturales o Ingeniería)	Licenciatura o Superior (Ciencias Sociales y Humanidades)	Con Estudios Medios, Secundarios o Primarios	Lo desconoce
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

94. ¿Qué nivel tecnológico aprecia en las empresas con las que se relaciona?

Alto	Medio	Bajo	Lo desconoce
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Indique la forma en que surgen sus relaciones con las empresas. **En la última columna señale con una cruz hasta tres opciones que, a su juicio, serían las más adecuadas.**

		Con mucha frecuencia	Con bastante frecuencia	Con poca frecuencia	Nunca	Preferencia
95.	Por iniciativa directa y propia	<input type="checkbox"/>				
96.	A través de la DICYT de la universidad u otra entidad equivalente	<input type="checkbox"/>				
97.	Por iniciativa de la facultad, carrera o instituto	<input type="checkbox"/>				
98.	Por iniciativa de la empresa	<input type="checkbox"/>				
99.	A través de un Instituto Tecnológico	<input type="checkbox"/>				
100.	A través de ferias, congresos, simposiums, conferencias	<input type="checkbox"/>				
101.	Publicaciones en revistas especializadas y otros medios de comunicación	<input type="checkbox"/>				
102.	A través de estudiantes o ex alumnos	<input type="checkbox"/>				

Desde su punto de vista, ¿cómo influyen en las empresas las siguientes barreras en sus relaciones con la universidad?

		Mucho	Bastante	Poco	Nada
103.	Desconocimiento de la investigación universitaria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
104.	Falta de interés por la investigación universitaria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
105.	Dificultades para compartir la propiedad de los resultados de la colaboración	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
106.	Falta de experiencia práctica del personal universitario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
107.	Poca rapidez en la obtención de resultados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
108.	Retraso en el cumplimiento de los plazos acordados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
109.	Complejidad de los trámites administrativos de contratación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
110.	Escasa capacidad de las empresas para asimilar los resultados de la I+D universitaria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
111.	Falta de recursos financieros para estas relaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
112.	Incertidumbre de los resultados (riesgo)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
113.	Reticencias para compartir o divulgar información	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

VI. ADMINISTRACIÓN Y RELACIONES UNIVERSIDAD-EMPRESA

114. Indique con qué frecuencia contrata con las Administraciones Públicas

Con mucha Frecuencia	Con bastante frecuencia	Con poca Frecuencia	Nunca	No sé
<input type="checkbox"/>				

¿Qué medidas utiliza o puede utilizar la Administración Pública para favorecer las relaciones universidad-empresa? Señale, por favor, hasta tres que considere como las más importantes.

115.	Un marco legal adecuado	<input type="checkbox"/>
116.	Programas de financiación de I+D empresarial	<input type="checkbox"/>
117.	Programas de financiación de actividades de I+D conjuntas entre universidades y empresas	<input type="checkbox"/>
118.	Programas de financiación de actividades de I+D conjuntas entre institutos tecnológicos y universidades	<input type="checkbox"/>
119.	Programas de financiación de las actividades de las DICYT o entidades similares	<input type="checkbox"/>
120.	Desgravaciones fiscales a la I+D de las empresas	<input type="checkbox"/>
121.	Financiación de Institutos Tecnológicos	<input type="checkbox"/>
122.	Financiación de Institutos Universitarios u otros Institutos	<input type="checkbox"/>
123.	Aumento de medios de la I+D en las Universidades	<input type="checkbox"/>
124.	Facilitar la colaboración entre grupos de I+D	<input type="checkbox"/>
125.	Estímulo del intercambio del personal investigador entre universidad y empresa	<input type="checkbox"/>
126.	Incorporación de personal técnico a las empresas	<input type="checkbox"/>