

DETERMINANTES DE LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA UNIVERSITARIA EN  
COLOMBIA A PARTIR DE LA TEORÍA DE LOS RECURSOS Y LAS CAPACIDADES

**JAIME ENRIQUE SARMIENTO SUÁREZ**

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS, ESCUELA DE ECONOMÍA, ADMINISTRACIÓN Y NEGOCIOS  
DOCTORADO EN GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN  
MEDELLÍN  
2021

DETERMINANTES DE LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA UNIVERSITARIA EN  
COLOMBIA A PARTIR DE LA TEORÍA DE LOS RECURSOS Y LAS CAPACIDADES

**JAIME ENRIQUE SARMIENTO SUÁREZ**

Tesis doctoral para optar al título de:  
Doctor (PhD) en Gestión de la Tecnología y la Innovación

Director  
JUAN CAMILO GALVIS CIRO  
Doctor en Economía

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS, ESCUELA DE ECONOMÍA, ADMINISTRACIÓN Y NEGOCIOS  
DOCTORADO EN GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN  
MEDELLÍN  
2021

Abril 22 de 2021

Jaime Enrique Sarmiento Suárez

“Declaro que este trabajo de grado no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en ésta o cualquier otra universidad”. Art. 92, párrafo, Régimen Estudiantil de Formación Avanzada.

Firma

A handwritten signature in black ink, consisting of the initials 'JES' in a cursive style, written over a horizontal line.

## DEDICATORIA

*Dedicación especial a mis grandes amores:*

A mis hermosos hijos David Alejandro y a Marianita (Q.E.P.D) por ser los motores de mi vida.

A mi amada esposa Carmenza, quien me ha acompañado durante tantos años apoyándome y dándome fortaleza en todos mis proyectos.

A mis queridos padres Juan (Q.E.P.D) y Ramona a quienes les debo lo que soy.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a las diferentes universidades públicas y privadas que apoyaron este trabajo y suministraron la información para que esta investigación pudiera ser posible.

A la Universidad Pontificia Bolivariana – Seccional Bucaramanga, por todo el apoyo brindado, dándome la oportunidad de adelantar este estudio doctoral.

A mi director, Ph.D. Juan Camilo Galvis, por su orientación, por todo el apoyo brindado, por sus aportes, por su paciencia, por su tiempo y por no dejarme desfallecer en el proceso.

A mi comité tutorial, Ph.D. Fernando José Restrepo, Ph.D. Santiago Quintero y Ph.D. Maryory Villamizar, por su oportuna colaboración.

A la coordinadora del doctorado Ph.D. Diana Giraldo por su constante guía y colaboración.

A la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander por abrirme los espacios y permitirme realizar mi estancia doctoral.

## CONTENIDO

RESUMEN.....	12
<b>CAPÍTULO 1. Introducción.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Antecedentes.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 Las relaciones entre la universidad y la empresa.....</b>	<b>18</b>
<b>1.3 Problema de investigación.....</b>	<b>22</b>
<b>1.4 Preguntas de investigación.....</b>	<b>26</b>
<b>1.5 Objetivos de la investigación.....</b>	<b>27</b>
<b>CAPITULO 2. Modelos de transferencia tecnológica universitaria.....</b>	<b>30</b>
<b>2.1 Introducción.....</b>	<b>30</b>
<b>2.2 Modelos de transferencia de tecnología.....</b>	<b>31</b>
<b>2.3 Modelos de transferencia tecnológica lineales y no lineales.....</b>	<b>38</b>
2.3.1 Modelos no lineales.....	40
2.3.2 Limitaciones y ventajas del modelo lineal.....	42
<b>2.4 Universidad empresarial: la función de las universidades en una breve perspectiva histórica.....</b>	<b>43</b>
<b>2.5 Canales de interacción Universidad – Empresa.....</b>	<b>46</b>
<b>2.6 Conclusiones del capítulo.....</b>	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO 3. Teoría de los Recursos y las Capacidades y la Transferencia de Tecnología Universitaria.....</b>	<b>50</b>
<b>3.1 Introducción.....</b>	<b>50</b>
<b>3.2 Las organizaciones como unidades administradoras de recursos.....</b>	<b>51</b>
<b>3.3 La transferencia tecnológica y la teoría de los recursos.....</b>	<b>53</b>
3.3.1 Recursos Humanos.....	55
3.3.2 Recursos institucionales / culturales.....	57
3.3.3 Recursos Financieros.....	59
3.3.4 Recursos comerciales.....	61
<b>3.4 Contexto regional de América Latina con relación a la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI).....</b>	<b>65</b>
<b>3.5 Conclusiones del capítulo.....</b>	<b>69</b>
<b>CAPITULO 4. Metodología de la investigación.....</b>	<b>72</b>

4.1	<b>Introducción</b> .....	72
4.2	<b>Enfoque metodológico</b> .....	73
4.3	<b>Estudio de caso</b> .....	75
4.4	<b>Técnica multivariante</b> .....	76
4.5	<b>Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM)</b> .....	78
4.5.1	El método de mínimos cuadrados parciales (PLS) para SEM .....	81
4.5.2	Proceso sistemático para aplicar PLS-SEM. ....	83
4.5.3	Estadísticos de bondad de ajuste .....	86
4.6	<b>Potencia estadística</b> .....	90
4.7	<b>Paquete estadístico utilizado</b> .....	91
4.8	<b>Conclusiones del capítulo</b> .....	91
<b>CAPITULO 5. Modelo propuesto</b> .....		94
5.1	<b>Introducción</b> .....	94
5.2	<b>Modelo teórico propuesto</b> .....	94
5.3	<b>Medición de cada dimensión</b> .....	97
5.4	<b>Población de estudio</b> .....	103
5.5	<b>Tamaño de la muestra</b> .....	104
5.6	<b>Encuesta y período de recolección de la información</b> .....	105
5.7	<b>Conclusiones del capítulo</b> .....	114
<b>CAPITULO 6. Estimaciones y Resultados</b> .....		116
6.1	<b>Introducción</b> .....	116
6.2	<b>Estadísticas descriptivas de las variables cuantitativas discretas</b> .....	117
6.3	<b>Estadísticas descriptivas de las variables cuantitativas continuas</b> .....	133
6.4	<b>Estadística descriptiva de las variables cualitativas con única respuesta</b> .....	137
6.5	<b>Estadística descriptiva de las variables cualitativas con múltiples respuestas</b> .....	140
6.6	<b>Análisis Multivariado del modelo propuesto</b> .....	147
6.6.1	Modelo propuesto para la Dimensión Financiera .....	147
6.6.2	Modelo propuesto para la Dimensión Comercial.....	154
6.6.3	Modelo propuesto para la Dimensión Cultural.....	160
6.6.4	Modelo propuesto para la Dimensión Humana .....	167
6.7	<b>Conclusiones del capítulo</b> .....	173
<b>CAPITULO 7. Conclusiones, contribuciones, limitaciones y futuras líneas de investigación</b> .....		176

<b>7.1</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>176</b>
<b>7.2</b>	<b>Contribuciones.....</b>	<b>179</b>
<b>7.3</b>	<b>Limitaciones de la investigación.....</b>	<b>181</b>
<b>7.4</b>	<b>Futuras líneas de investigación .....</b>	<b>181</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>.....</b>	<b>183</b>
	<b>Anexo A. Universidades participantes del estudio .....</b>	<b>183</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>.....</b>	<b>185</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Modos de producción del conocimiento .....	14
Tabla 2. Leyes para fortalecer la relación universidad – empresa en Estados Unidos .....	16
Tabla 3. Leyes de I+D+i en América Latina .....	17
Tabla 4. Modelos de negocio de transferencia de tecnología universitaria.....	39
Tabla 5. Canales de interacción universidad - empresa.....	46
Tabla 6. Definiciones de transferencia de tecnología y conocimiento .....	54
Tabla 7. Determinantes o impulsores de la transferencia tecnológica universitaria.....	63
Tabla 8. Indicadores de CTI en países de América Latina-1. Año 2016.....	66
Tabla 9. Países referentes en CTI. Año 2016. ....	67
Tabla 10. Indicadores de CTI en países de América Latina-2. Año 2016 .....	67
Tabla 11. Indicadores de CTI en países desarrollados - Año 2016 .....	68
Tabla 12. Gasto en I+D según la fuente de financiamiento. Año 2016.....	68
Tabla 13. Investigadores por sector de empleo. Año 2016. ....	69
Tabla 14. Metodologías para el desarrollo de investigaciones .....	74
Tabla 15. Evaluación sistemática de resultados.....	86
Tabla 16. Parámetros para la evaluación de los modelos de medida.....	90
Tabla 17. Recomendaciones de muestra en PLS-SEM para una potencia estadística del 80% .....	91
Tabla 18. Dimensiones, indicadores y autores.....	98
Tabla 19. Medición de la Dimensión Financiera.....	98
Tabla 20. Medición de la Dimensión Humana.....	99
Tabla 21. Medición de la Dimensión Comercial .....	99
Tabla 22. Medición de la Dimensión Cultural .....	100
Tabla 23. Indicadores de la Transferencia Tecnológica Universitaria.....	101
Tabla 24. Variables complementarias .....	101
Tabla 25. Distribución de universidades por cuartil según Ranking U-Sapiens .....	103
Tabla 26. Tamaños de muestra .....	104
Tabla 27. Encuesta "Determinantes de la Transferencia Tecnológica Universitaria en Colombia" .....	107
Tabla 28. Estadísticos descriptivos - Datos cuantitativos discretos 1 .....	118
Tabla 29. Estadísticos descriptivos - Datos cuantitativos discretos 2 .....	121
Tabla 30. Estadísticos descriptivos (P10.1_Suma) .....	125
Tabla 31. Estadísticos descriptivos (Datos cuantitativos continuos).....	134
Tabla 32. Estadísticos descriptivos datos cualitativos múltiples respuestas (P24.3_Op) .....	145
Tabla 33. Estadísticos descriptivos datos cualitativos múltiples respuestas (P27.2_Op) .....	146
Tabla 34. Estadísticos descriptivos datos cualitativos múltiples respuestas (P28_Op)....	147
Tabla 35. Resultados modelo de medida reflectivos .....	148
Tabla 36. Validez Discriminate.....	149
Tabla 37. Colinealidad .....	149
Tabla 38. Valores de R cuadrado.....	150
Tabla 39. Coeficientes Path del modelo estructural .....	150
Tabla 40. Efectos totales .....	151
Tabla 41. Resultados test de significación coeficientes path.....	151
Tabla 42. Resultados test de significación efectos totales .....	151
Tabla 43. Valores Q cuadrado .....	152
Tabla 44. Resultado de las hipótesis planteadas en el modelo. ....	153

Tabla 45. Resultados de validez convergente y fiabilidad interna .....	155
Tabla 46. Validez discriminante .....	155
Tabla 47. Colinealidad .....	156
Tabla 48. Valores de R cuadrado.....	156
Tabla 49. Coeficientes Path del modelo estructural .....	156
Tabla 50. Efectos totales .....	157
Tabla 51. Resultados test de significación coeficientes path.....	157
Tabla 52. Resultados test de significación efectos totales .....	157
Tabla 53. Valores Q cuadrado .....	158
Tabla 54. Resultado de las hipótesis planteadas en el modelo.....	159
Tabla 55. Resultados de validez convergente y fiabilidad interna .....	161
Tabla 56. Validez discriminante .....	162
Tabla 57. Colinealidad .....	163
Tabla 58. Valores de R cuadrado.....	163
Tabla 59. Coeficientes Path del modelo estructural .....	163
Tabla 60. Efectos totales .....	164
Tabla 61. Resultados test de significación coeficientes path.....	164
Tabla 62. Resultados test de significación efectos totales .....	164
Tabla 63. Valores Q cuadrado .....	165
Tabla 64. Resultado de las hipótesis planteadas en el modelo.....	167
Tabla 65. Resultados de validez convergente y fiabilidad interna .....	168
Tabla 66. Validez discriminante .....	169
Tabla 67. Colinealidad .....	169
Tabla 68. Valores de R cuadrado.....	170
Tabla 69. Coeficientes Path del modelo estructural .....	170
Tabla 70. Efectos totales .....	170
Tabla 71. Resultados test de significación coeficientes path.....	171
Tabla 72. Resultados test de significación efectos totales .....	171
Tabla 73. Valores Q cuadrado .....	171
Tabla 74. Resultado de las hipótesis planteadas en el modelo.....	173

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo lineal.....	32
Figura 2. Modelo dinámico.....	33
Figura 3. Triple Hélice I.....	34
Figura 4. Triple Hélice II.....	35
Figura 5. Triple Hélice III.....	36
Figura 6. Técnicas de análisis multivariante.....	77
Figura 7. Ejemplo de un modelo SEM.....	80
Figura 8. Metodología de aplicación PLS-SEM.....	83
Figura 9. Nomograma (modelo path).....	85
Figura 10. Medida de la relevancia de las cargas externas.....	89
Figura 11. Hipótesis de la investigación.....	97
Figura 12. Histogramas de variables cuantitativas discretas 1.....	119
Figura 13. Histogramas de variables cuantitativas discretas 2.....	122
Figura 14. Producción científica de los grupos de investigación en Colombia.....	124
Figura 15. Productos de Nuevo conocimiento de los grupos de investigación en Colombia.....	125
Figura 16. Mecanismos formales de comercialización de tecnologías.....	126
Figura 17. P30_ Número de divulgaciones de tecnologías recibidas por año.....	127
Figura 18. P31_ Número de divulgaciones de tecnologías seleccionadas a ser protegidas.....	128
Figura 19. P32_ Número de solicitudes de patentes registradas por año ante la SIC.....	129
Figura 20. Solicitudes presentadas por residentes ante la SIC.....	129
Figura 21. P33_ Número total de patentes de invención y modelos de utilidad concedidos por la SIC.....	131
Figura 22. P35_ Número total de patentes de invención y modelos de utilidad concedidos por la PCT.....	131
Figura 23. P38_ Número de licenciamientos realizados por tipo de entidad.....	132
Figura 24. P38_ Número de licenciamientos realizados por tipo de organización.....	133
Figura 25. Histogramas de variables cuantitativas continuas.....	135
Figura 26. Gasto de I+D por universidad.....	136
Figura 27. Histogramas de variables cuantitativas continuas.....	138
Figura 28. Frecuencia relativa por categoría P8.2 (%).....	141
Figura 29. Frecuencia relativa por categoría P19 (%).....	142
Figura 30. Frecuencia relativa (P20_Lik_Cap_Mer).....	142
Figura 31. Frecuencia relativa (P20_Lik_Cap_Neg).....	143
Figura 32. Frecuencia relativa (P20_Lik_Cap_Hab).....	143
Figura 33. Frecuencia relativa (P20_Lik_Cap_Red).....	144
Figura 34. Frecuencia relativa (P20_Lik_Cap_Finan).....	144
Figura 35. Resultados PLS Modelo propuesto Dimensión Financiera.....	148
Figura 36. Resultados PLS Modelo propuesto Dimensión Comercial.....	154
Figura 37. Resultados PLS Modelo propuesto Dimensión Cultural.....	161
Figura 39. Resultados PLS Modelo propuesto Dimensión Humana.....	168

## RESUMEN

La transferencia tecnológica universitaria formal en Colombia es un fenómeno reciente que puede contribuir de manera significativa al desarrollo económico del país. Basado en la Teoría de los Recursos y las Capacidades, este trabajo investiga los determinantes de la transferencia en las universidades públicas y privadas colombianas, a partir de una caracterización de sus recursos. Para esto, es utilizada la metodología de ecuaciones estructurales con base en datos recopilados mediante una encuesta aplicada a 24 universidades colombianas. Los resultados de las estimaciones confirman empíricamente la significancia de las dimensiones financiera, comercial, cultural y humana en el proceso de transferencia tecnológica. Entre los principales factores que influyen positivamente en la transferencia, se encontró la importancia que tienen los recursos financieros externos, el contar con un portafolio tecnológico, el tiempo que se lleva realizando actividades de transferencia y la experiencia de las personas encargadas. Además, los hallazgos indican que la calidad investigativa del capital humano, o el escalafón de los investigadores en las universidades, es un factor relevante para explicar la transferencia tecnológica.

**Palabras claves:** transferencia tecnológica, ecuaciones estructurales, recursos, capacidades.

## CAPÍTULO 1. Introducción

### 1.1 Antecedentes

El conocimiento es una variable importante para explicar el desempeño y el crecimiento económico de los países a lo largo de su historia (Romer , 1986, 1990). Existen diferentes modos de generación del conocimiento, el primero es el denominado modelo lineal o “Modo 1” donde la producción del conocimiento está motivado por la solución de problemas que surgen de los intereses de los investigadores y/o de las comunidades científicas, sin una interacción fuerte o clara entre la academia y la industria. El segundo es el triángulo de Sábato, denominado “Modo 2”, el cual enfoca la producción del conocimiento a partir de la colaboración que se da entre tres equipos interdisciplinarios principales que trabajan en períodos cortos de tiempo en problemas específicos (Gibbons, y otros, 1994). Por último, se encuentra el “Modo 3” o el modo incluyente, donde la creación de conocimiento y las preguntas de investigación surgen de las comunidades y como un resultado del trabajo colaborativo, incluyente y multidisciplinar (Hsu et al., 2015).

La conceptualización del denominado “Modo 2” se ve reflejado en las relaciones que se configuran entre la Universidad – Empresa - Estado. Estas relaciones fueron abordadas en primera instancia por Sábato y Botana (1968), quienes manifestaron que debe existir una acción coordinada entre los tres agentes fundamentales para el desarrollo económico, los cuales son: el gobierno, la estructura productiva y la infraestructura científico-tecnológica.

Para Sábato y Botana (1968), cada agente tenía una función determinada, el gobierno era el encargado de fijar las metas, trazar las políticas y asignar los recursos en lo concerniente al ámbito científico-tecnológico. Por otro lado, la función de la comunidad y la infraestructura científico-tecnológica era crear conocimiento desde la investigación científica y, por otro, la función de la estructura productiva y los empresarios era incidir directamente en el sistema de producción, ya fuera mediante la explotación de un invento, la producción de un nuevo bien o servicio, la reorganización de procesos, entre otros.

Por otra parte, Etzkowitz & Leydesdorff (1995; 2000), plantearon el modelo de la triple Hélice el cual es un esquema institucional que se sustenta en la interacción que se da entre la

universidad y su entorno económico (empresa y Estado), con el objetivo de crear conocimiento intersectorial. Dicho modelo, surgió en los años de 1990 debido a las preocupaciones de los encargados de formular políticas científico-tecnológicas, los cuales solicitaron que se realizara un trabajo más estrecho entre las universidades y las empresas en beneficio de la sociedad mediante la comercialización de los nuevos conocimientos (Lawton & Leydesdorff, 2012). En la tabla 1, se resumen las principales características de los tres diferentes modos de generación de conocimiento.

*Tabla 1. Modos de producción del conocimiento*

Aspectos / Modos	Modo 1 (lineal)	Modo 2 (Triángulo de Sábato)	Modo 3 (incluyente)
Fundamentación	Disciplinar	Contextos transdisciplinarios	Transcultural
Intereses y preguntas de investigación	Se plantean soluciones a problemas que surgen de los intereses de los investigadores y/o de las comunidades científicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Búsqueda de contextos de aplicación: conocimiento útil para alguien.</li> <li>- Las preguntas de investigación surgen de las demandas sociales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opera en contextos de aplicación.</li> <li>- Las preguntas de investigación surgen de las comunidades, esto da como resultado un trabajo más colaborativo, nuevas preguntas, más sectores y actores que participan.</li> </ul>
Relación con comunidades	- Relación con pares, poco colaborativa, las comunidades son el objeto de investigación.	- Incluyen un conjunto de participantes que colaboran sobre un problema definido en un contexto específico.	- Distintos actores participan asumiéndose como una comunidad de saber y conocimiento, con unos intereses en común.
Generalidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Homogeneidad.</li> <li>- Adhesión a las reglas y al método científico.</li> <li>- La validación del conocimiento se hace por la comunidad de especialistas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Heterogeneidad.</li> <li>- Demanda de producción de conocimiento específico.</li> <li>- La validación del conocimiento se asocia a la rentabilidad que se puede producir al ser llevado el mercado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Heterogeneidad, diversidad, responsabilidad social con participación colectiva.</li> <li>- Se busca la pertinencia ética, política y social desde los principios de la corresponsabilidad y creación del valor social compartido, redistribución del conocimiento y la contribución a un mundo más equitativo, próspero y viable.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia a partir de (Roa-Mendoza, 2016, págs. 10 - 11)

A partir del concepto de economías basadas en conocimiento, se han dado discusiones acerca del papel que juegan los tres actores principales (Universidad - Empresa – Estado). En el modelo de Triple Hélice, por ejemplo, toma un papel relevante las relaciones que se dan entre empresarios y universidad y, dado los objetivos especificados para el sistema de innovación, existen algunas relaciones entre estos actores más relevantes que otras. Esta importancia depende, en parte, de las estrategias que formulan cada uno de los agentes

para ser más eficientes con sus recursos con el fin de buscar mejorar la competitividad y la productividad.

Etzkowitz y Leydesdorff (1995) argumentan que las interacciones que se dan entre los tres actores se superponen en el tiempo, producto de ello se observa que las universidades participan más en funciones empresariales y en la incubación de pequeñas empresas de base tecnológica, sumado a sus funciones básicas de formación capital humano e investigación. Por otra parte, las empresas utilizan en mayor medida la infraestructura de las universidades y transfieren los gastos de I+D en forma de financiamiento para el mundo académico. Además de esto, desde hace 30 años los Estados implementan cada vez más políticas para incentivar el desarrollo de empresas innovadoras, mediante la financiación de las universidades o a través de actos legislativos que buscan estimular el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías en las empresas. De esta manera, en el esquema institucional del modelo de la triple helice, tanto desde la relación universidad-empresa, como las relaciones universidad-Estado, existe una tendencia hacia actividades que tratan de promover las innovaciones bajo diferentes incentivos institucionales.

Diversos autores han puesto de manifiesto la importancia de la relación universidad-empresa, como uno de los elementos básicos para el desarrollo de la ciencia y la tecnología a nivel local y global (Méndez, Herrera, Toriz, & González, 2016; Andrade, Fernandes, & Tereso, 2016; Liew, Tengku, & Lim, 2012; Gómez, Mira, & Verdú, 2007). En general, se puede afirmar que la relación universidad-empresa es el núcleo para los procesos de investigación, desarrollo y transferencia de tecnología para el crecimiento económico. Por ejemplo, en la última década la creación de spin-offs académicas han fortalecido o revitalizado la economía en regiones que presentaban un declive en sus industrias tradicionales (Gorman & McCarthy, 2006). Así mismo, se han convertido en un mecanismo del crecimiento acelerado de los clusters industriales de alta tecnología (Rogers, Takegami, & Yin, 2001). Desde la optica de la transferencia de tecnología entre la universidad y la empresa, este proceso se ha convertido en un factor importante que en sí mismo puede crear ventajas competitivas para las organizaciones receptoras y, de esta manera, darse una alta probabilidad de que ellas permanezcan en el medio y puedan generar riqueza en el entorno donde se encuentren.

Con el fin de fortalecer la relación universidad–empresa, Estados Unidos, por ejemplo, facilitó en su momento la aprobación de actos legislativos como la Ley Bayh-Dole, la Ley de Innovación Tecnológica Stevenson–Wydyler, la Ley Nacional de Investigación Cooperativa, la Ley Federal de Transferencia de Tecnología y la Ley Nacional de Transferencia y Avance de Tecnología. Estas leyes crearon un entorno propicio para fortalecer la relación entre la universidad y la empresa, al tiempo que facilitaron los procesos de transferencia de tecnología. El objetivo, en general, ha sido incentivar un papel más relevante de las universidades en la innovación tecnológica empresarial debido a que permiten que beneficiarios de fondos públicos para actividades de I+D (universidades) puedan patentar sus invenciones y conceder licencias a las empresas (Ken, Chang, Chen, & Weng, 2009). En la tabla 2, son resumidas las leyes referenciadas anteriormente y los objetivos buscados en el caso de Estados Unidos.

*Tabla 2. Leyes para fortalecer la relación universidad – empresa en Estados Unidos*

<b>Ley</b>	<b>Año</b>	<b>Objetivo</b>
Ley de innovación tecnológica Stevenson – Wydyler	1980	Exige a los laboratorios federales que tomen parte activa en la cooperación tecnológica y crea Oficinas de Aplicación de la Investigación y la Tecnología, así como un Centro para la Utilización de la Tecnología Federal.
Ley Bayh – Dole	1980	Permite que las universidades, los organismos de investigación sin fines de lucro y las pequeñas empresas, obtengan los Derechos de Propiedad Intelectual (DPI) sobre los inventos desarrollados con apoyo del gobierno y también permite que dichos laboratorios concedan licencias exclusivas sobre sus patentes.
Ley Nacional de investigación cooperativa	1984	Otorga un tratamiento especial en virtud de las leyes antimonopolio a las empresas conjuntas de investigación y desarrollo (I+ D) que realizan investigación básica, análisis teórico, experimentación o pruebas de carácter científico o técnico.
La ley federal de Transferencia de Tecnología	1986	Establece cómo se deben compartir los cánones percibidos con los inventores federales. Define la transferencia de tecnología como responsabilidad de todos los investigadores de los laboratorios federales y los elementos a tener en cuenta en la evaluación del rendimiento de los investigadores.
Ley Nacional de Transferencia y Avance de Tecnología	1996	Fija políticas con el fin de llevar la tecnología y la innovación industrial al mercado, ayuda a las empresas estadounidenses a acelerar el desarrollo de nuevos productos y procesos poniendo a disposición laboratorios federales para el sector privado. Fomenta la comercialización de tecnología y la innovación industrial al facilitarle a las empresas la obtención de licencias exclusivas para las invenciones que resultaran de la investigación cooperativa con científicos empleados por laboratorios federales.

Fuente: elaboración propia

En los países de América Latina, también se han aprobado leyes para fortalecer la investigación, el desarrollo y la innovación, aunque han sido más las leyes aprobadas que

los recursos en sí destinados a cumplir sus objetivos. En la siguiente tabla se presentan algunas de las principales leyes promulgadas en la región.

Tabla 3. Leyes de I+D+i en América Latina

<b>País: Colombia</b>		
<b>Ley</b>	<b>Año</b>	<b>Objetivo</b>
Ley 29	1990	Por la cual se dictan disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico.
Decreto 585	1991	Por la cual se crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y se reorganiza a Colciencias.
Ley 1286	2009	Modifica la ley 29 de 1990, transforma a Colciencias en Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación (CTI), fortalece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para lograr el aprovechamiento de la CTI por el modelo productivo.
Ley 1753	2015	Integra el Sistema Nacional de Competitividad e Innovación con el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, creando el Sistema de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación.
<b>País: México</b>		
<b>Ley</b>	<b>Año</b>	<b>Objetivo</b>
Ley de Creación del CONACyT	1970	Crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CONACyT.
Ley para el fomento de la investigación científica y tecnológica	1999	Regula los apoyos del Gobierno general para impulsar, fortalecer y desarrollar la investigación científica y tecnológica del país.
Ley orgánica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Junio)	2002	Establece las funciones del CONACyT y su estructura.
Ley de Ciencia y Tecnología (junio)	2002	Establece las bases para el funcionamiento del actual Sistema de Ciencia y Tecnología. Se crea el Consejo General de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación.
<b>País: Argentina</b>		
<b>Ley</b>	<b>Año</b>	<b>Objetivo</b>
Ley 23.877. Promoción y fomento de la Innovación Tecnológica.	1990	Mejorar la actividad productiva y comercial mediante la promoción y el fomento de la innovación tecnológica.
Ley 25.467. Ciencia, Tecnología e Innovación.	2001	Establece el marco general para estructurar, impulsar y promover las actividades de ciencia, tecnología e innovación, contribuyendo a la generación de trabajos y a la sustentabilidad del medio ambiente. Estructura el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.
Ley 26.338. Ley de Ministerios.	2007	Crea el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y define sus competencias.
<b>País: Brasil</b>		
<b>Ley</b>	<b>Año</b>	<b>Objetivo</b>
Ley 1.310	1951	Crea el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico y dispone como su principal atribución el coordinar y estimular la investigación científica en el país.
Decreto 91.146	1985	Crea el Ministerio de Ciencia y Tecnología y dispone su estructura.
Ley 9.257	1996	Crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y otorga la función de asesorar al presidente de la República para la formulación e implementación de la política nacional de desarrollo científico y tecnológico.

Ley 10.973	2004	Conocida como Ley de innovación, dispone incentivos a la invocación y a la investigación científica y tecnológica en el ambiente productivo por medio de la concesión de recursos financieros.
Ley 11.196	2005	Conocida como Ley del Bien, establece incentivos fiscales para que las personas pueden usufructuar los resultados de la investigación tecnológica.
Ley 13.243	2016	Actualiza la Ley de Innovación y establece un nuevo marco legal de CTI.
Decreto Federal 9283	2018	Reglamenta la Ley 13.243, y promulga la remoción de barreras burocráticas que perjudiquen la actividad de investigadores y empresarios innovadores, y crea mecanismos para estrechar la integración entre instituciones científicas y el sector empresarial.
<b>País: Chile</b>		
<b>Ley</b>	<b>Año</b>	<b>Objetivo</b>
Ley 16.746	1968	Crea la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica - CONICYT, encargada de asesorar al presidente de la República en el plantamiento, fomento y desarrollo de las investigaciones en el campo de las ciencias puras y aplicadas.
Decreto con fuerza de Ley - DFL 33/81	1981	Crea el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT) y fija normas de financiamiento de la investigación científica y tecnológica.
Decreto Supremo - DS 237/92	1992	Crea el Fondo de fomento al desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF)
Decreto 1408	2005	Crea el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC)
Ley de Presupuestos	2006	Crea el Fondo de Innovación para la competitividad para destinar recursos a proyectos de investigación científica, innovación empresarial, transferencia tecnológica y emprendimiento.

Fuente: elaboración propia.

Estas leyes han sido promulgadas con el objetivo de dinamizar la creación de conocimiento y la generación de vínculos dinámicos entre las instituciones académicas y la sociedad para facilitar la creación y transferencia de tecnología. Con el tiempo, ha existido una maduración en la forma en que se concibe y se gestiona la creación de tecnología para impulsar la economía y las universidades han tomado un papel protagónico en este proceso. Dada su importancia, es relevante profundizar con mayor detalle en estas relaciones.

## 1.2 Las relaciones entre la universidad y la empresa

Existen diferentes formas en cómo las universidades y sus investigadores académicos se relacionan con las empresas, ya sea mediante mecanismos como las consultorías, los contratos de investigación, la investigación conjunta y la capacitación, entre otros. En general, este tipo de servicios surgen de las necesidades empresariales y las capacidades creadas por cada institución, aunque más allá de estos mecanismos, es necesario entender el nuevo papel que juegan las universidades en estas relaciones. Entre estos, aparece el concepto de universidad emprendedora, la cual trabaja de la mano con las empresas y el gobierno, en pro de la sociedad, para facilitar la comercialización de la investigación

universitaria, generar startups / spin-off y nuevos emprendimientos (Audretsch D. , 2014; Etzkowitz H. , 2013; Fernández, Castro , Conesa, & Gutiérrez, 2000).

Desde los años 2000 existe un aumento sustancial de colaboración entre las empresas y las universidades en varios países, como, por ejemplo, en Estados Unidos, Japón y los países de la Unión Europea (ver, por ejemplo, Lehrer, Nell, & Garber (2009); Woolgar (2007); Powers (2003)). Este aumento se atribuye a una presión mayor por unas relaciones eficientes entre las universidades y las empresas (Giuliani & Arza, 2009). Por un lado, las empresas se ven abocadas a un rápido cambio tecnológico, a ciclos de vida de productos más cortos y a una fuerte competencia mundial (Wright, Clarysseb, Lockett, & Knockaertd, 2008). Por otra parte, las universidades se enfrentan al crecimiento de nuevos conocimientos, al aumento de costos y a los problemas de financiación, lo que hace que sea necesario la búsqueda de nuevas relaciones con la industria y el Estado (Ankrah & Al-Tabbaa, 2015). A esto también se suma las presiones sociales que piden que las universidades sean motores fundamentales del crecimiento (Pich, 2020; Veugelers, 2016; Chan, 2013; Philbin, 2008).

La explotación con éxito del nuevo conocimiento externo requiere mecanismos para su transferencia efectiva, ya que el conocimiento es progresivo y co-creado. Por lo tanto, la transferencia de conocimiento implica la participación activa de los participantes, quienes deben aprender juntos. Las universidades a través de diferentes procesos (proyectos de investigación, recursos de inversión, trabajos colaborativos, entre otros) han logrado adquirir instalaciones físicas adecuadas y cuentan con el personal para hacer descubrimientos científicos y avances tecnológicos. No obstante, necesitan el conocimiento del mercado que tienen las empresas para poder desarrollar nuevas tecnologías aplicables y con éxito. En particular, los profesionales de la industria están más cerca de los usuarios y, como resultado, conocen más sus necesidades. Así mismo, fondos privados adicionales de apoyo son esenciales para asegurar la viabilidad de la investigación futura (Berbegal, Sánchez, & Ribeiro, 2015).

Esta nueva dinámica ha llevado a que las universidades comiencen a descubrir, fortalecer y potencializar sus capacidades internas, basadas en una serie de recursos institucionales que son elementos fundamentales en la gestión del conocimiento y sirven como base para

una adecuada transferencia tecnológica universitaria. De acuerdo con Heaton, Lewin y Teece (2019), Douglass y Bleemer (2018), Aguilera (2012) y Siegel et al. (2003), existen ciertos factores internos, ambientales y organizacionales que afectan la eficiencia de este proceso y entre los factores organizativos más críticos se encuentran: los sistemas de recompensa del personal docente involucrado en las actividades de transferencia de tecnología, la remuneración y las prácticas de personal en las oficinas de transferencia tecnológica, y las medidas adoptadas por los administradores para eliminar las barreras informativas y culturales entre las universidades y las empresas.

Por ejemplo, la universidad de California en Estados Unidos es la universidad con el programa de transferencia tecnológica público más grande del mundo. Este programa ha estado a la vanguardia de la protección de la propiedad intelectual por medio de seis departamentos funcionales: el de tecnologías de la información y comunicaciones, el de asesoría legal, licencias, procesamiento de patentes, gestión financiera y el departamento de análisis y desarrollo de políticas. Además, dicha universidad cuenta con una red institucional distribuida en diez campus universitarios que operan bajo un marco de política común y comparten recursos, pero a su vez, cada oficina de transferencia funciona de manera relativamente independiente de las demás. Esta universidad cuentan con un gasto anual de investigación que supera los \$2,9 mil millones de dólares y producto de la actividad de investigación ha generado una importante cartera de tecnología, la cual es acorde a lo expresado en la misión de la institución; utilizar su investigación en beneficio de la sociedad (NSF, 2019).

En el contexto latinoamericano, toda esta problemática de la protección de la propiedad intelectual ha tenido diferentes fases. Diversos autores consideran que las universidades de América Latina no se han percatado de la importancia de la gestión de los derechos de propiedad intelectual como mecanismo de enlace entre la universidad y la empresa, en el nuevo paradigma de la comercialización del conocimiento (Mejia & Ayaviri, 2018; López, Schmal, Cabrales, & García, 2009). Por otra parte, Schiltz y Stevens (2019) consideran que uno de los problemas que existe en latinoamerica es que no existe un ambiente institucional local que facilite los esfuerzos de los inventores académicos y empresarios para llevar a cabo este proceso, y consideran que los gobiernos no hacen los esfuerzos necesarios para proteger la propiedad intelectual. Por ejemplo, en Brasil, completar el proceso para solicitar

una patente puede demorar 8 años, mientras que en China y Europa el trámite dura 22 meses y en Rusia solo 9 meses, lo que hace que los inventos pierdan relevancia en el tiempo y queden obsoletos antes de cumplir con los trámites burocráticos.

Desde un punto de vista más amplio, en América Latina los procesos de transferencia de tecnología en el sector empresarial aún no se han consolidado, aunque se han hecho grandes esfuerzos por parte de los gobiernos y las universidades para afianzarlos (Vazquez, 2017). Desde 2015, las universidades latinoamericanas buscan diferenciarse en una carrera en la que la importancia de su labor y las posibilidades de desarrollo dependen de la habilidad para evolucionar y encontrar nuevas formas, procesos y estructuras para poner el conocimiento al servicio de la sociedad (Arechavala & Sanchez, 2017). De todas formas existen posiciones encontradas, que van desde el rechazo a que las universidades orienten sus programas y la investigación a las necesidades del mercado, y aquellos que optan por patentar cualquier avance que en un futuro pudiera significar un ingreso económico para la universidad. Para Arechavala y Sánchez (2017), en particular, las universidades han definido los incentivos que consideran adecuados para que el personal académico adapte su actividad de manera que trabajen en consonancia con el modelo adoptado por la institución. Para ello, han definido estrategias encaminadas a institucionalizar los procesos de transferencia y realizar la comercialización de los bienes o servicios hacia las comunidades del entorno.

En el caso de Colombia, los problemas han sido variados. A pesar de que se han hecho esfuerzos por intentar fortalecer la colaboración entre universidades y empresas, estas relaciones no se han dado de manera efectiva. Por ejemplo, el estudio realizado por Méndez et al. (2016) confirma la brecha que existe entre empresario e investigador y, adicional a esto, identifica factores que afectan la relación entre ambos. Entre estos factores se encuentran, en particular, la falta de empatía entre las partes, así como falta de condiciones para obtener una retroalimentación cara a cara con el empresariado, escasez de recursos, mala comunicación entre el empresario, el investigador y el gobierno, entre otros (Méndez et al, 2016).

Es importante resaltar también que el Congreso de la República de Colombia, con el fin de incentivar la difusión y transferencia de tecnología de las universidades, aprobó la Ley No.

1838 del 06 de julio del año 2017, mediante la cual se dictaron normas con el fin de fomentar la ciencia, tecnología e innovación del país mediante la creación de empresas de base tecnológica (spin offs). El objetivo es buscar promover el emprendimiento innovador y de alto valor agregado en las universidades y aprovechar los resultados de investigación y la transferencia de conocimiento a la sociedad (Congreso de Colombia, 2017). La norma habilita a las universidades, tanto públicas como privadas, a crear spin-off, con la participación activa de los investigadores que desarrollen tecnologías de base para la empresa, en conjunto con el otorgamiento de incentivos fiscales por la explotación de las creaciones intelectuales (Spin-Off Colombia, 2018).

Es necesario destacar que la ley 1838 es importante en materia de promoción de la transferencia tecnológica. No obstante, si bien es cierto que el relacionamiento de las universidades con las empresas es fundamental, también es necesario contar en primer lugar con una base de recursos y capacidades que permitan crear un ambiente propicio y adecuado para la transferencia tecnológica universitaria en Colombia. No solo basta con que las universidades se declaren como emprendedoras, sino también deben adecuar sus políticas y sus estructuras organizacionales, dando espacio, por ejemplo, a las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRIs) (Algieri, Aquino, & Succurro, 2013). Estas estructuras organizacionales son, en parte, las llamadas a facilitar los procesos de relacionamiento entre la universidad y la industria, y la transferencia de conocimiento. Además, falta ayudar a cumplir a las universidades el papel de administradoras y protectoras de la propiedad intelectual generada en su interior, la generación de políticas de incentivos para el personal universitario, entre otros aspectos claves en las dinámicas de transferencia y gestión de la innovación tecnológica (Berbegal, Sánchez, & Ribeiro, 2015). En conclusión, el reto para las universidades colombianas consiste en detectar, analizar y gestionar los factores que influyen en la transferencia de tecnología y, de esta manera, orientar a sus administradores para que mejoren dichos procesos.

### **1.3 Problema de investigación**

La relación universidad-empresa, se ha convertido en un factor importante para el desarrollo de la ciencia y la tecnología (Méndez, Herrera, Toriz, & González, 2016; Andrade, Fernandes, & Tereso, 2016; Liew, Tengku, & Lim, 2012; Gómez, Mira, & Verdú,

2007). Desde comienzos del siglo XXI, esta relación es en el núcleo de los procesos de investigación, desarrollo, y transferencia de conocimiento en diversas economías y ha llevado a varios países a conquistar el progreso tecnológico y la competitividad internacional. Es decir, en el presente siglo la creación de ambientes propicios para el desarrollo de las relaciones universidad-empresa y la articulación de los actores a su alrededor son un objetivo institucional primordial para los gobiernos en materia de política y son un insumo importante para los diversos planes de desarrollo económico.

Existe bastante literatura científica que muestra cómo las universidades pueden hacer contribuciones importantes para aumentar el desempeño económico de las empresas y atender las necesidades sociales, tanto en los países desarrollados como en los países en vía de desarrollo (Klofsten, y otros, 2019; Audretsch & Link, 2017; Cassiman, Di Guardo, & Valentini, 2010; Maculan & Carvalho, 2009; Perkmann & Walsh, 2009).

Diversos estudios empíricos han demostrado la importante contribución de los procesos de transferencia tecnológica realizados, principalmente, por las universidades de Norteamérica y Europa, los cuales han tenido un impacto positivo en sus entornos. Los resultados de estos procesos se han medido en términos de las contribuciones a la creación de fuerza laboral especializada (Bound, Braga, Khanna, & Turner, 2019; Ishengoma & Vaaland, 2016; Bessette, 2003; Chrisman, Hynes, & Fraser, 1995; Elliott, Levin, & Meisel, 1988), los ingresos obtenidos de las patentes, las colaboraciones de investigación y desarrollo (Siegel, Waldman, & Link, 2003), los efectos de spillover (Audretsch, Lehmann, & Warning, 2005) y los ingresos universitarios totales, entre otros resultados (Goldstein, 1990).

Por otro lado, las principales entradas o gastos para desarrollar la transferencia se han asociado con los gastos directos incurridos para desarrollar las innovaciones (Bessette, 2003; Goldstein, 1990), los gastos por registrar patentes y los costos de personal (Roessner, Bond, Okubo, & Planting, 2013; Siegel, Waldman, & Link, 2003; Martin, 1998). Otros estudios también han relacionado el impacto económico de los procesos de transferencia con el cambio en el producto interno bruto (PIB) de los países (Roessner, Bond, Okubo, & Planting, 2013; Martin, 1998).

En el caso de los países en vía de desarrollo, existen pocos estudios e información al respecto de los impactos y medición de la transferencia tecnológica desde la perspectiva de las universidades. Además, en su mayoría los estudios que existen son de carácter descriptivo como un medio de levantar información base para diagnosticar el estado actual de la transferencia (Dutrenit & Arza, 2015; Medina, Da Costa Marques, Holmes, & Cueto, 2014; Caldera & Debande, 2010; Cimoli, Ferraz, & Primi, 2005).

Al respecto, Dutrenit y Arza (2015), analizan la interacción entre universidades y empresas, y toman como caso de estudio los países de Argentina, Brasil, Costa Rica y México. Para ello, utilizan dos tipos de encuestas; una dirigida a empresas de I+D y gerentes de desarrollo de producto, y la otra a investigadores académicos. En sus resultados encontraron que en los procesos de transferencia el canal comercial es relativamente poco importante, mientras que las interacciones informales como las conferencias u otros tipos de intercambio de información informal son relativamente más importantes. Adicionalmente, los investigadores de los cuatro países asignaron mayor importancia a cualquier canal que no fueran las empresas. También encontraron que los investigadores de Brasil y Costa Rica tienden a preferir los canales tradicionales (publicaciones y conferencias), en Argentina prefieren el canal de servicios (consultorías), y en México el canal bidireccional (I+D conjunta). Por el lado de las empresas, el uso de canales está concentrado en el canal tradicional, esto es, la contratación de los recién graduados.

En el caso de Colombia, en particular, se han realizado pocos estudios acerca de la transferencia de tecnología de las universidades hacia la industria, con el fin de explicar por qué algunas universidades tienen más éxito en los procesos de transferencia. Se encuentra, por ejemplo, el estudio de Vasquez (2008), quien considera que es importante una relación más efectiva entre la industria y la universidad en Colombia. Para ello, se proponen convenios de cooperación que permitan que la investigación básica y aplicada pase a un proceso de comercialización más rápido, con el fin de permitir a las universidades obtener beneficios económicos en el corto plazo.

En otro estudio, Arias y Aristizábal (2011) consideran que, además de la Industria y el Estado, la comunidad debe ser un destinatario natural del conocimiento científico-tecnológico creado por las universidades. En sus resultados, los mecanismos más comunes

utilizados por las universidades analizadas fueron la divulgación y la contratación pública para la realización de proyectos sociales.

Existe otro trabajo empírico importante y es el realizado por Lizarazo et al. (2015), el cual está enfocado en las universidades públicas colombianas. Este estudio encontró que las universidades públicas tienen el interés de comercializar sus tecnologías, pero más de la mitad de éstas aún no han logrado dicho objetivo, lo cual podría ser producto de la poca experiencia en los procesos de transferencia.

También se suma el trabajo de Mendez et al. (2016), quienes analizan la brecha entre el empresario y el investigador existente en Colombia. Los resultados de dicho estudio muestran algunos de los factores cognitivos, afectivos y situacionales que influyen en el acercamiento de la relación empresa – investigador en proyectos de I+D o Transferencia de Tecnología y Conocimiento en la cual intervienen universidades y centro de investigación colombianos. El estudio de Mendez et al. (2016) arrojó también como resultado la existencia de una brecha entre el empresario y el investigador, debido a que no se toman en cuenta las verdaderas necesidades que tiene esta compleja relación para lograr una colaboración eficiente y eficaz. Adicionalmente, se encontró que la empatía es un factor muy importante a considerar en las actividades que promueven la vinculación y los proyectos de colaboración entre empresarios e investigadores.

Por otra parte, Donneys y Blanco (2016) afirman que la investigación de las universidades públicas y privadas en Colombia y la transferencia de sus resultados presenta dificultades por la poca tradición en ese campo. Esto se traduce en poca inversión por parte del Estado, lo que ha ocasionado que algunas universidades asuman la investigación de forma corporativa.

Según Donneys y Blanco (2016), las empresas colombianas que invierten en investigación, lo hacen principalmente para la modernización tecnológica y usan un porcentaje muy escaso para la investigación y desarrollo. También encuentran que en Colombia la orientación de los investigadores hacia la transferencia tecnológica es muy baja, la promoción de la cultura empresarial es débil, la creación de empresas presenta problemas y las oficinas de transferencias de tecnología tienen un nivel bajo de independencia en los

aspectos de financiación, objetivos, actuaciones y localización. En suma, los factores identificados como críticos en los procesos de transferencia tecnológica (recursos humanos, culturales, institucionales, financieros y comerciales) presentan una dinámica que no favorece la transferencia de tecnología de las universidades a la economía colombiana.

De acuerdo a la literatura existente, no se encuentra un estudio empírico en Colombia que evalúe la eficacia de los determinantes de la transferencia tecnológica universitaria con base en los recursos con los que cuentan las universidades como unidades organizativas. A partir del vacío detectado en la literatura, este trabajo se enfoca en la transferencia tecnológica por medio de un modelo empírico que utiliza los recursos como principales variables explicativas de la transferencia. Dadas las múltiples variables que intervienen en el proceso de transferencia, el presente trabajo utiliza la metodología de ecuaciones estructurales para analizar las diferentes dimensiones en que se clasifican los recursos universitarios. A continuación, se presentan con más detalle las preguntas y los objetivos de la investigación.

#### **1.4 Preguntas de investigación**

El presente trabajo tiene una pregunta principal y cuatro preguntas secundarias:

Pregunta principal: ¿Cuáles son los recursos humanos, institucionales, financieros y comerciales que inciden en los procesos de transferencia tecnológica universitaria en Colombia?

A partir de esta pregunta, se desprende cuatro hipótesis principales a ser verificadas:

*Hipótesis 1:* Los recursos financieros inciden en la transferencia tecnológica.

*Hipótesis 2:* Los recursos humanos inciden en la transferencia tecnológica.

*Hipótesis 3:* Los recursos comerciales inciden en la transferencia tecnológica.

*Hipótesis 4:* Los recursos institucionales inciden en la transferencia tecnológica.

## 1.5 Objetivos de la investigación

Este trabajo tiene como principal objetivo analizar los determinantes de la transferencia tecnológica universitaria en Colombia a partir de la teoría de los recursos.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Identificar las principales variables que influyen en los procesos de transferencia de tecnología mediante una revisión sistemática de la literatura académica y su verificación empírica por medio de un modelo multivariado.
- Establecer las relaciones existentes entre los diferentes recursos (comerciales, institucionales, financieros, humanos) de las universidades que permitan entender el proceso de transferencia tecnológica universitaria en Colombia.
- Evaluar el desempeño de las universidades colombianas en materia de transferencia de tecnología, a partir de la cantidad de acuerdos de licencia, cooperación tecnológica y la creación de empresas de base tecnológica como mecanismos comerciales formales de transferencia tecnológica.

Este trabajo toma una muestra de datos de universidades colombianas y mediante encuesta recoge información relevante para identificar los factores más importantes de la transferencia tecnológica universitaria. Los resultados del trabajo indican que para las universidades colombianas los recursos financieros, comerciales, humanos y culturales son significativos en la transferencia tecnológica. En particular, los hallazgos de las estimaciones permiten afirmar que los principales factores para mejorar la transferencia son el desarrollo de un portafolio tecnológico, la contratación de personal experimentado en procesos de transferencia, los investigadores de alto perfil y la consolidación de los grupos de investigación de máxima calidad.

Esta tesis está organizada como sigue. El Capítulo 2 trata sobre los modelos de transferencia tecnológica universitaria; el Capítulo 3 aborda la Teoría de los Recursos y las Capacidades y la Transferencia de Tecnología Universitaria; el Capítulo 4 presenta la

metodología de la investigación; el Capítulo 5 muestra el modelo propuesto y la estrategia empírica; el Capítulo 6 expone las estimaciones y los resultados obtenidos. Por último, el Capítulo 7 plasma las conclusiones, contribuciones, limitaciones y futuras líneas de investigación.



## **CAPITULO 2. Modelos de transferencia tecnológica universitaria**

### **2.1 Introducción**

Enfocar la investigación hacia las necesidades u oportunidades que se generan en la sociedad con el fin de aportarle a su dinamismo económico, se ha vuelto uno de los principales objetivos de las universidades (Audretsch, Lehmann, & Wright, 2014).

En los países industrializados, el conocimiento se ha convertido en el factor más importante en la producción de bienes, servicios y procesos, con relevancia mayor a otros factores de producción como son el capital y el trabajo (Lucas, 1988). Esto conlleva que las actividades de creación y transferencia de conocimiento se conviertan en factores fundamentales para el desarrollo económico y social de las naciones (OCDE, 2010).

Las universidades han venido adquiriendo un papel relevante en los procesos de transferencia debido a que son instituciones creadoras de conocimiento. Por tal razón, tienen el potencial de impactar la sociedad, industrias y mercados siempre y cuando consigan transferir los avances científicos y tecnológicos, ayuden a crear valor económico e impulsen mejoras en la productividad (Jiménez, 2016).

El conocimiento que surge de los recursos que tienen las instituciones de educación superior se ha visto potenciado por el uso de diferentes canales de interacción entre la Universidad y la Empresa, los cuales han tenido diferentes configuraciones y se han adaptado para facilitar la transferencia tecnológica. Este capítulo permite tener una visión integral de cómo han evolucionado estos procesos de transferencia de tecnología en las universidades. Para esto, se presentan con mayor detalle los modelos de transferencia tecnológica más importantes identificados en la literatura.

De acuerdo con la revisión de la literatura presentada, es posible afirmar que han existido diversas configuraciones de la universidad y su relación con el entorno. La transferencia es un proceso dinámico inmerso en la función de extensión universitaria, su llamada tercera misión. En los últimos años, por la madurez en las relaciones y en la transferencia tecnológica realizada, las universidades se han involucrado en el papel de incubadoras de

empresas y las llamadas oficinas de transferencia de tecnología han creado vínculos recíprocos entre los actores involucrados en la transferencia.

El presente capítulo está estructurado de la siguiente forma. La sección 2.2 presenta los modelos de transferencia de tecnología. La sección 2.3 presenta los modelos de transferencia tecnológica lineales y no lineales. La sección 2.4 presenta lo relacionado con la universidad empresarial partiendo de la función de las universidades en una breve perspectiva histórica. La sección 2.5 muestra los canales de interacción Universidad – Empresa. Por último, la sección 2.6 presenta las conclusiones del capítulo.

## **2.2 Modelos de transferencia de tecnología**

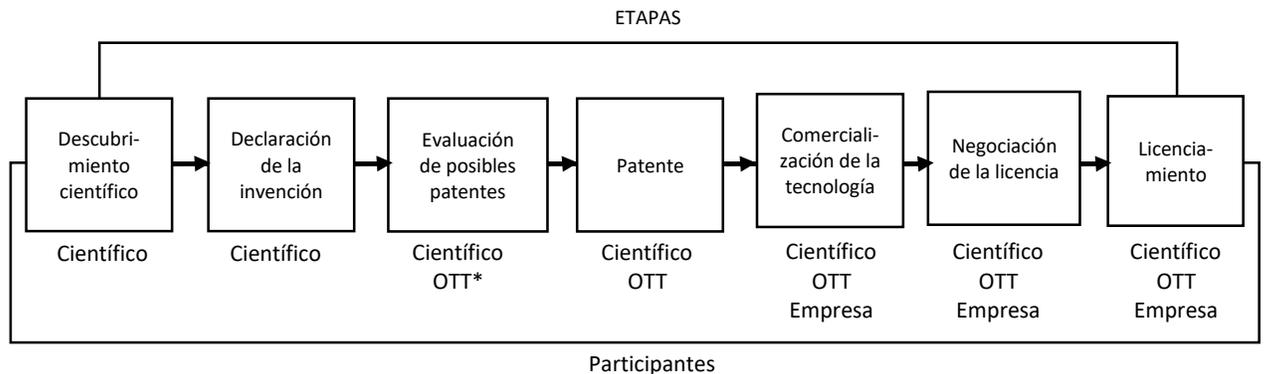
En términos históricos, han existido diferentes modelos de transferencia tecnológica debido a que la dinámica del entorno económico ha cambiado conforme el capitalismo encuentra límites a su crecimiento, transforma sus impulsores de acumulación y se configuran los recursos potenciales para futuros aprovechamientos económicos (Borbón & Arvizu, 2015). A continuación se describen los principales modelos de transferencia.

### **a. Modelo Lineal**

Este modelo consiste en una secuencia lineal de etapas o fases, que abarca desde el descubrimiento por parte de un científico universitario hasta la comercialización de la tecnología. Este nuevo conocimiento tiene su origen en la investigación básica (universitaria) y, posteriormente, se traslada a la investigación aplicada con el objetivo de ser transferido a la industria mediante su comercialización (Cohen, Nelson, & Walsh, 2002).

Bajo este modelo, los científicos tienen un papel unidireccional, debido a que crean conocimiento a partir de problemas teóricos disciplinares, y no desde las necesidades del entorno. En la figura 1, se muestran las etapas del modelo. Todo comienza con los descubrimientos en las universidades o centros de conocimiento y la dirección avanza hasta el licenciamiento.

Figura 1. Modelo lineal



\* OTT: Oficina de transferencia de tecnología

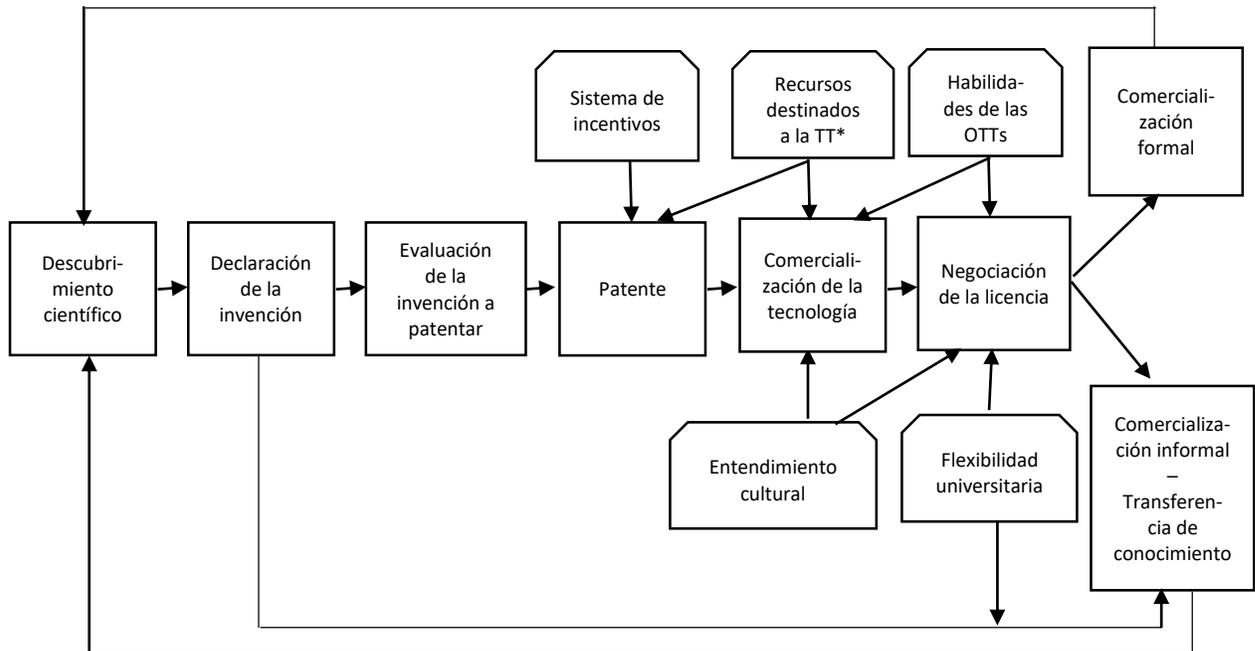
Fuente: Elaboración propia a partir de (Siegel D. , Waldman, Atwater, & Link, 2004).

### b. Modelo dinámico

Con base en el modelo lineal, Siegel et al. (2004) proponen un nuevo modelo de transferencia a través de la comercialización y/o difusión formal o informal. Para ello, consideran que las universidades deben contar con recursos humanos y tecnológicos que apalanquen los procesos de transferencia, acompañados de sistemas de compensación, incentivos y programas de capacitación para el desarrollo de habilidades hacia la comercialización.

Este modelo toma como base los factores internos que pueden afectar el éxito del proceso de transferencia tecnológica, pero no contempla factores externos como lo es el caso de la participación del Estado. El modelo se muestra en la figura 2 y las diferencias con el modelo lineal están en los sistemas de incentivos, los recursos y habilidades para comercializar. Es decir, la diferencia con el modelo lineal está en la última etapa del proceso.

Figura 2. Modelo dinámico



\* OTT: Oficina de transferencia de tecnología, TT: Transferencia Tecnológica.

Fuente: (Siegel D. , Waldman, Atwater, & Link, 2004)

### c. Modelo de la Triple Hélice

En términos históricos, este modelo surgió por dos hechos. Por un lado, por los cambios socioeconómicos que llevaron a las universidades a buscar nuevas formas de generar recursos propios a través de procesos de extensión debido a los recortes presupuestales. Por otra parte, las empresas producto de la globalización y de encontrarse inmersas en un entorno más competitivo, se han visto abocadas a buscar a las universidades como proveedoras de innovación tecnológica, dando así lugar al concepto de universidad emprendedora e innovadora (Klofsten, y otros, 2019; Etzkowitz H. , 2017; Etzkowitz H. , 2016; Etzkowitz H. , 2013; Etzkowitz H. , 2004). Estos dos hechos motivaron la configuración de nuevas relaciones entre los principales actores involucrados en la transferencia.

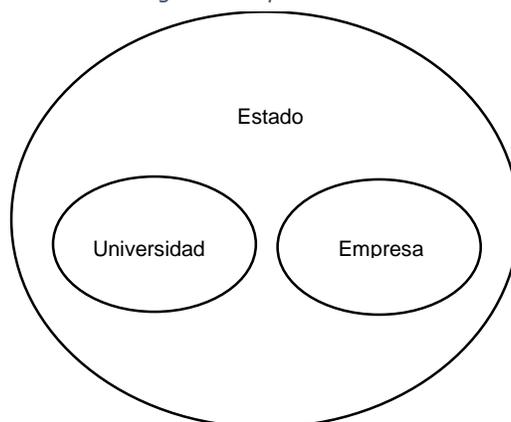
Al respecto, este modelo de transferencia es una propuesta que busca analizar y evaluar las relaciones que se dan entre tres actores: la academia (universidades), la industria y el Estado (Etzkowitz & Leydesdorff, 1998). En concreto, el modelo asume que la innovación tecnológica nace de las interacciones que se dan entre estos agentes.

El modelo de la triple hélice propone un tipo de universidad que busque traducir la investigación en desarrollo económico y social, a través de diferentes formas de relaciones empresariales. Para esto, la universidad debe dar apoyo a la modernización de pequeñas y medianas empresas de tecnología, lo cual genere un puente entre el conocimiento y la transferencia efectiva de tecnología (Audretsch D. , 2014; Etzkowitz H. , 2013; Cortés, 2006; Etzkowitz H. , 2004; Fernández, Castro , Conesa, & Gutiérrez, 2000).

El Estado también juega un papel fundamental en este modelo, ya que es quien genera las normas legislativas y los incentivos fiscales, con el fin de promover y fomentar la dinámica de la relación universidad – empresa y contribuir de esta manera a los sistemas regionales de innovación (Castillo, 2010).

Existen diferentes tipos de configuraciones entre los agentes institucionales, la primera se conoce como la Triple Hélice I, en donde el Estado abarca a la universidad y a la industria y dirige las relaciones entre ellos (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). Esta configuración se utilizó en la antigua Unión Soviética, países europeos socialistas y en algunos países de América (Zabala & Quintero, 2016).

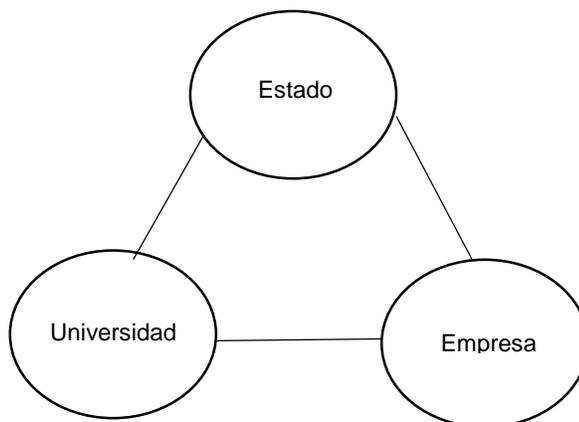
*Figura 3. Triple Hélice I*



Fuente: Elaboración propia con base en (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000)

En el modelo de la Triple Hélice II, los tres agentes aparecen separados. De esta manera, se elimina el papel intervencionista del Estado, y se encamina hacia una política Laissez Faire<sup>1</sup>.

Figura 4. Triple Hélice II



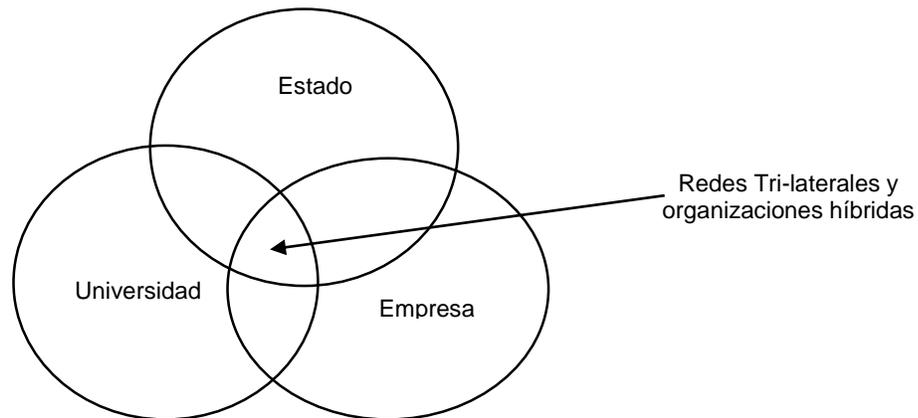
Fuente: Elaboración propia con base en (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000)

La última configuración es la Triple Hélice III, en donde los tres agentes se intersectan, traspasan sus límites y, producto de ello, surgen organizaciones híbridas e intercambio de papeles entre los agentes. Ejemplo de esta configuración son las spin-off universitarias, incubadoras de empresas, parques tecnológicos entre otros.<sup>2</sup> Esta propuesta ha llevado a que los investigadores se conviertan en empresarios de sus propias tecnologías, a que se asocien con la universidad para trabajar en sus laboratorios, a la dirección de agencias regionales responsables de la transferencia de tecnología por parte de los investigadores, entre otros aspectos (Cortés, 2006). Este modelo se ha implementado en Estados Unidos y en países Europeos y es presentado en la figura 5.

<sup>1</sup> El concepto Laissez Faire proviene de la expresión francesa “Laissez faire et laissez passer, le monde va de lui même” que se podría traducir como “Dejad hacer, dejad pasar, el mundo funciona por sí mismo”. Fue utilizada por primera vez en el siglo XVIII, por el fisiócrata francés Jean-Claude Marie Vicent de Gournay, contra el intervencionismo económico de los gobiernos de la época.

<sup>2</sup> Una spin-off es una empresa u organización basada en conocimientos y resultados de investigación, nacida como una extensión de otra, ya sea empresa o universidad, cuyo fin es explotar comercialmente la investigación realizada. Este tipo de empresa es apoyada por la empresa matriz durante los primeros meses de vida, mientras es capaz de mantenerse por sí misma.

Figura 5. Triple Hélice III



Fuente: Elaboración propia con base en (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

De otra parte, también aparecen las nuevas hélices planteadas por Carayannis y Campbell (2009), en donde adicional a las tres hélices de Etzkowitz y Leydesdorff aparece una nueva hélice que está conformada por el “público basado en los medios y en la cultura” y la “sociedad civil”. Esta propuesta se convierte en otro modelo para lograr alcanzar la innovación mediante la transformación hacia sociedades del conocimiento y la democracia del conocimiento, denominado “Cuádruple Hélice”.

Además del anterior, está también el modelo de “Quíntuple Hélice” el cual es más amplio porque, adicional a las hélices antes mencionadas, da lugar a una nueva relación conformada por los “entornos naturales de la sociedad”, y se enfoca hacia una transición socioecológica de la sociedad y la economía. Es decir, este modelo considera que los entornos naturales de la sociedad y la economía son impulsores de la producción y la innovación (Carayannis, Barth, & Campbell, 2012).

#### **d. Modelo Catch-Up (captación y despegue)**

Este es un modelo basado en la imitación y captación de la tecnología creada por un tercero. De acuerdo con esta propuesta, la diferencia tecnológica existente entre el país líder, creador de la tecnología, y el seguidor que la capta e imita, se puede reducir dadas las mejoras potenciales que puede introducir en los procesos productivos el país seguidor (Borbón & Arvizu, 2015). Países como Corea del Sur y Japón utilizaron este esquema, que

buscaba observar y mejorar las tecnologías foráneas hasta producir las propias (López, Mejía, & Schmal, 2006). Corea, por ejemplo, alcanzó su industrialización, y pasó de ser una economía basada en la agricultura a una economía basada en industrias, tales como la industria de automóviles, electrónica, tecnología de la información y semiconductores, entre otras (Kim, 2000).

Existen dos momentos importantes para el caso de Corea. El primero fue la aplicación de ingeniería inversa durante las décadas de los años 1960 y 1970, donde utilizaron cuatro mecanismos: desarrollo de los recursos humanos, definición de aprendizajes, creación de la capacidad de absorción, transferencia de tecnología extranjera, creación de grandes grupos industriales familiares y movilidad de personal técnico experimentado. Estos mecanismos tuvieron el apoyo fundamental del Gobierno, quien adicionalmente restringió la inversión extranjera directa, fomentó la exportación de productos coreanos, estimuló la movilidad de personal técnico, entre otras (ver Kim (2000)).

El segundo momento se dio entre las décadas de los años 1980 - 90 debido a la pérdida de competitividad en las industrias electrónicas. Esta situación llevó al país a cambiar la imitación por duplicación a la imitación creativa, y el Gobierno realizó reformas universitarias para aumentar la calidad formativa y la investigativa. Para ello repatrió científicos coreanos quienes influyeron luego en la investigación y desarrollo del país. Además, se dio una fuerte inversión en investigación y desarrollo por parte de los empresarios.

Por otra parte, Japón, al igual que Corea, inició con una cultura de imitación, pero fortaleció sus industrias mediante estrategias como la incorporación de sistemas de producción flexibles que integraban los conocimientos prácticos y la experiencia laboral. Para ello creó sistemas de innovación basados en el mejoramiento continuo y en la relación de la I+D con la producción y el marketing, así como la promoción del empleo a largo plazo para mejorar la capacidad organizativa (López, Mejía, & Schmal, 2006).

Según Escorsa (2001), Japón planteó cinco fases para la creación y comercialización de productos. La fase 1, se enfocó en la vigilancia tecnológica y comercial, con el fin de saber qué se ha hecho con anterioridad antes de dar inicio a un creación de un nuevo producto. La fase 2 fue la apropiación de las tecnologías de las empresas del país en cuestión. La

fase 3, se enfocó en la mejora del producto por la creatividad japonesa. La fase 4 fue la creación del nuevo producto y, por último, la fase 5 consistió en la comercialización del producto desarrollado en los mercados mundiales.

### **2.3 Modelos de transferencia tecnológica lineales y no lineales**

Existen en la literatura varios modelos de transferencia de tecnología, clasificados en lineales (de la universidad hacia la sociedad) y no lineales (relaciones complejas de transferencia). Para Bozeman, Rimes y Youtie (2015), la literatura sobre transferencia tecnológica se ha expandido en tres direcciones principalmente. En primer lugar, estudios de laboratorios gubernamentales y centros de investigación ubicados, en su mayoría, en países europeos, y en laboratorios y centros de investigación de Estados Unidos. Una segunda tendencia, son las publicaciones realizadas a partir del año 2000 que se han centrado en la transferencia desde entornos universitarios, o desde centros o consorcios de investigación multi-organizacionales, los cuales en su mayoría se encuentran anclados a universidades. La tercera tendencia se relaciona con los estudios sobre mecanismos de transferencia de tecnología no lineales.

En el caso de Estados Unidos, los modelos lineales de transferencia de tecnología a través del tiempo se conformaron como procesos que ayudaron a la comercialización de tecnologías derivadas de los inventos universitarios, apalancados por la Ley Bayh-Dole. Esta legislación allanó el terreno para que se produjera una explosión en la comercialización de los mismos (Feldman, 2003), y, en general, se aumentaran las actividades enfocadas a promover el espíritu empresarial académico (Grimaldi, Kenney, Siegel, & Wright, 2011). Con relación a su aplicación, este tipo de modelos ha sido adoptado por países en vía de desarrollo como una de las formas de hacer transferencia de tecnología formal, y para ello han establecido estructuras encargadas para tal fin, como es el caso de las oficinas de transferencia de tecnología (Baglieri, Baldi, & Tucci, 2018).

Para Baglieri, Baldu y Tucci (2018) se identifican cuatro tipos de modelos de negocios de transferencia de tecnología, los cuales son: el modelo catalizador, el de bazar, el de tienda tradicional y el orquestador, los cuales se muestran en la tabla 5. Dichos modelos pueden generar diferentes vínculos económicos y no económicos en las universidades, los cuales

se encuentran influenciados por los objetivos estratégicos que se den al interior de las mismas, y que pueden ir desde tener un impacto positivo en la sociedad hasta aumentar sus ingresos económicos.

*Tabla 4. Modelos de negocio de transferencia de tecnología universitaria*

<b>Modelo</b>	<b>Estrategia de la Universidad</b>	<b>Objetivo de las OTT</b>
Catalizador	Desarrollar innovaciones disruptivas	Maximizar los ingresos por la explotación de las innovaciones disruptivas generadas por la comunidad científica interna.
Bazar inteligente	Generar y difundir abiertamente la ciencia en general. Responder a las necesidades humanas, en especial a las poblaciones desatendidas, e involucrar a la sociedad en la producción y difusión del conocimiento.	Identifica los descubrimientos universitarios, los hace accesibles a la sociedad e incentiva la educación y la investigación sobre la generación de ingresos (crowdfunding universitario)
Tienda tradicional	Impulsar los resultados de investigación a través de una cultura de derechos de propiedad intelectual indistintamente sin ninguna parte interesada.	Facilitar la comercialización de la propiedad intelectual universitaria. Sus actividades se centran en la creación de una cartera de patentes.
Orquestador	Explotar nuevas oportunidades científicas y tecnológicas para impulsar el desarrollo económico local. Fomentar una cultura emprendedora en los entornos locales. Proporcionar instalaciones e involucrar a más partes interesadas.	Hace énfasis en investigadores principales excepcionales que podría crear Spin-off y atraer fondos públicos.

Fuente: Elaboración propia a partir de (Baglieri, Baldi, & Tucci, 2018)

Hablar de la importancia de los modelos de transferencia universitaria depende, en particular, de la estrategia institucional que defina cada universidad. Para el caso colombiano, el modelo lineal de transferencia de tecnología es importante ya que es un proceso que da soporte a un tipo de modelo de negocios que ha sido adoptado por ciertas universidades de investigación como la manera de monetizar actualmente sus resultados de investigación (Franco, Londoño, Villa, & Viana, 2018) .

La evaluación empírica de estos modelos ha mostrado resultados positivos en los procesos de transferencia tecnológica comercial, aunque algunos autores han cuestionado si los arreglos institucionales para la comercialización de la investigación son socialmente óptimos (Kenney & Patton, 2009).

Para Grimaldi et al. (2011), la promulgación de la Ley Bayh-Dole en Estados Unidos, dio como resultado que en las universidades de investigación se establecieran oficinas de transferencia de tecnología (OTT), enfocadas principalmente en las patentes académicas y

el licenciamiento de los resultados. Adicionalmente, llevó a ciertas universidades a elaborar sus propias regulaciones específicas internas e implementar mecanismos que apoyaran el emprendimiento académico.

Estudios empíricos como el de Siegel et al. (2007) parecen indicar que el determinante clave para aumentar la aplicación de la propiedad intelectual por parte de las universidades en Estados Unidos ha sido la creación de una oficina de transferencia de tecnología. En contraposición, Baldini (2009) expresa que en Europa, a pesar de la propagación de OTT, la actividad de patentes era débil probablemente por los siguientes aspectos: mecanismos de soporte interno inadecuados, la naturaleza embrionaria de las OTT, las capacidades comerciales poco extendidas, falta de incentivos suficientes para los investigadores y escasa difusión de políticas a nivel institucional entre los investigadores. Para Grimaldi et al. (2011) existe otra razón que no se reconoce en gran parte de la literatura de las OTT y es que la mayoría de las universidades tienen pocos resultados de investigación de valor suficiente para justificar un intento de monetizar los resultados de investigación. En suma, los modelos lineales han sido una estrategia utilizada en los procesos de transferencia pero la deficiencia de las partes involucradas ha llevado a buscar otras alternativas.

### **2.3.1 Modelos no lineales**

La visión alternativa de la transferencia de tecnología, llamada modelos no lineales, incluye muchos de los mismos procesos que tiene el modelo tradicional o lineal, pero los expande e incorpora más elementos de transferencia de tecnología que existen en la práctica.

Al respecto, Brandley, Hayter y Link (2013) presentan una descripción sobre los mecanismos no lineales y resaltan que existen dos fenómenos importantes que no tienen en cuenta los modelos lineales:

- a. *La innovación abierta* (Chesbrough, 2003): en estos fenómenos la universidad puede adquirir y distribuir propiedad intelectual no utilizada. Las universidades pueden obtener innovaciones de fuentes externas para de esta manera aumentar su propia I+D y las actividades empresariales. Para esto, las Oficinas de

Transferencia de Tecnología (OTT) pueden servir de facilitadores en los procesos de transferencia con su actuación como intermediarios de conocimiento y tecnología, comercialización de patentes y licencias a las partes interesadas.

La innovación abierta rompe los límites organizacionales para abrir los procesos internos de innovación de una empresa a los insumos y contribuciones de partes externas, como son las universidades y, de esta manera, exportar sus ideas no utilizadas a otras organizaciones para su uso (Chesbrough, 2003). La mayoría de estudios se centran en la innovación abierta entrante (Bogers, Chesbrough, & Moedas, 2017), la cual tiene tres pasos principales: el primer paso es obtener innovación de recursos externos, incluida la búsqueda, el abastecimiento, la incentivación y la contratación; el segundo paso es integrar las innovaciones luego de identificar los factores habilitantes e inhibidores de la integración; y el tercer paso es comercializar las innovaciones (Yan & Huang, 2020). Estos pasos no son lineales, por tal razón se requieren mecanismos de interacción que incluya ciclos de retroalimentación, interacciones recíprocas con socios de co-creación e integración con redes y comunidades externas (West & Bogers, 2014).

- b. *El enfoque colaborativo*: se caracteriza por una colaboración transparente, simplificada y de bajo costo entre los participantes. Este enfoque se adapta mejor a la transferencia de conocimiento que a las invenciones físicas. La visión colaborativa es construida a partir del examen de varias organizaciones colaborativas que han desarrollado infraestructuras legales y técnicas, que les permiten participar en el intercambio de conocimientos e ideas que son un esfuerzo conjunto. Este modelo se convierte en la antítesis del modelo lineal tradicional, ya que es fluido y continuo, y permite que el conocimiento y la innovación fluyan entre los participantes con pocas limitaciones de estructura o burocracia (Bozeman, Fay, & Slade, 2012).

Es decir, los modelos de transferencia no lineales buscan cuantificar las diversas formas de transferencia no restringida a las aplicaciones industriales y su uso comercial.

### 2.3.2 Limitaciones y ventajas del modelo lineal

Algunas de las principales observaciones y críticas que manifiesta la literatura académica sobre el modelo tradicional de transferencia son:

- No muestra los procesos de interdependencia entre los agentes, las relaciones de red y el contacto personal entre investigadores universitarios y empresarios, los cuales mantienen una relación de largo plazo (Yeverino, 2015).
- No distingue que la transferencia tecnológica puede ser diferente entre industrias con trayectorias históricas diversas (Bradley, Hayter, & Link, 2013).
- Hace énfasis en los mecanismos formales de transferencia (acuerdos de licencia, cooperación tecnológica, spin off), y no tiene en cuenta los mecanismos informales (asistencia técnica, movilidad de personal, publicaciones) los cuales son más difíciles de cuantificar (Debackere & Veugelers, 2005), y son cada vez más importantes (Miranda, Chamorro, & Rubio, 2017; Perkmann, y otros, 2013; Abreu & Grinevich, 2013).
- Una gran masa de la literatura relacionada con análisis empíricos del desempeño en transferencia tecnológica universitaria se enfocan en experiencias en Estados Unidos, y toma como marco de referencia la legislación americana, el cual no aplica a muchas regiones (Bradley, Hayter, & Link, 2013).

A pesar de estos problemas, el modelo tradicional tiene una fuerte presencia en el contexto de los países en vía de desarrollo. Con todas sus limitaciones, este modelo al abordar los mecanismos de transferencia tecnológica formal y al estar orientado particularmente a los canales comerciales, permite tener acceso a la información sobre su desempeño. Esta es una ventaja importante ya que esta información es más accesible y fácil de cuantificar, y es un proceso en el cual se encuentran varias de las universidades colombianas (Angulo, 2016; Dutrenit & Arza, 2015). Caso contrario ocurre con los fenómenos de innovación abierta ya que la cuantificación en dicho caso es más compleja.

Si bien es cierto que ha surgido un gran número de literatura académica que abarca los nuevos modelos de transferencia tecnológica, para el desarrollo de esta tesis se utilizó el

modelo teórico tradicional de transferencia tecnológica ya que las universidades colombianas han adaptado esta propuesta en los últimos años y su aplicación es reciente en el entorno económico colombiano. Es de esperarse que a medida que los procesos de transferencia tecnológica universitaria se consoliden y se maduren, los modelos más avanzados sean adaptados. Esto permitirá que en los próximos años se pueda verificar su desempeño e idoneidad en los países en vía de desarrollo.

#### **2.4 Universidad empresarial: la función de las universidades en una breve perspectiva histórica**

Desde el periodo posterior a la segunda guerra mundial, en el mundo se comenzó a gestar la relación entre la empresa, el Estado y la universidad, dado que aquellos científicos que habían hecho parte de los equipos de trabajo para el desarrollo de tecnología militar, fueron luego insertados en la sociedad (empresas y universidades). Además de esto, los Estados comenzaron a inyectar recursos en las universidades con el fin de fortalecerles sus equipos de investigación, lo que las convirtió en un agente fundamental para promover la investigación y el desarrollo; su llamada “Tercera Misión”. Este término hace referencia a todas aquellas actividades que conllevan a la generación, identificación, uso, aplicación y explotación del conocimiento y otras capacidades generadas en el ámbito universitario fuera del entorno estrictamente académico (Grao, Iriarte, Ochoa, & Vieira, 2014).

En el ámbito Latinoamericano, aparece entre las funciones sustantivas de la universidad la función extensión derivada de la Reforma Universitaria de Córdoba en el año 1918, en donde entre sus principios rectores aparece la autonomía universitaria, el cogobierno, la periodicidad de la cátedra, la asistencia y la docencia libres, la llamada *extensión universitaria* (Tunnermann, 1978). La extensión universitaria que trata la Reforma estaba orientada al fortalecimiento de la función social de la universidad, donde existía una proyección al pueblo de la cultura universitaria y una preocupación por los problemas nacionales. Esta fue entonces la forma de relacionar la universidad a la sociedad, volcándola hacia al pueblo, haciéndola partícipe de su mensaje, transformándola en su conciencia cívica y social.

A pesar de estas transformaciones, existe una brecha entre la función universidad – sociedad, desde la mirada latinoamericana y anglosajona, dado que en esta última el contenido social no aparece de forma tan evidente. Para Serna (2007), en las universidades latinoamericanas se pueden identificar cuatro modelos de extensión<sup>3</sup>:

- **Altruista:** Enfocado a la acción desinteresada y humanitaria de los universitarios a favor de los pobres e ignorantes. Este modelo es inherente al concepto original de extensión contemplado en la Reforma de Córdoba. De este modelo surgen acciones como brigadas de salud, bufetes jurídicos, conferencias a sindicatos, clases de economía doméstica a amas de casa, etc.
- **Divulgativa:** Consiste en llevar la ciencia y la cultura universitaria a la población, por medio del uso de manera adecuada los medios de comunicación dado que se considera que el problema de la apropiación del conocimiento es sólo de tipo técnico o comunicativo y, por ello, no se preocupa por las auténticas necesidades de la sociedad. Este modelo predomina en universidades que producen y promueven publicaciones, museos y exposiciones, conferencia, cine y actividades de grupos artísticos bajo el criterio de que realizan, en menor o mayor grado, una labor de extensión.
- **Concientizadora:** Este modelo pondera compartir los bienes, incluidos los educativos y culturales, en forma dialógica y liberadora. El fin es crear conciencia entre los participantes en ese acto educativo, con el fin de que cada uno comprenda el papel que tiene en la sociedad. Una consecuencia de este modelo es la participación política y la formación de grupos de interés y presión.
- **Vinculatoria empresarial:** Para este modelo las necesidades sociales son identificadas como análogas a las empresas y, en consecuencia, los universitarios son educados para atender estas necesidades. Las universidades obtienen beneficios económicos por los servicios prestados, y la relación universidad-

---

<sup>3</sup> Al respecto, se recuerda que el modelo de extensión es una manera característica y distintiva en que una institución de enseñanza superior, con base en su función social, comparte su cultura y conocimientos con personas, grupos o comunidades marginados o vulnerables (Serna, 2007).

empresa se ve materializada en diferentes acciones como: cursos, asesorías, convenios de colaboración, financiamiento de investigaciones y desarrollo tecnológico, intercambio de personal, orientación de carreras profesionales, generación de posgrados adaptados a las necesidades empresariales, programas de educación continua y de fortalecimiento académico, incentivos a la investigación, asociación en nuevas empresas, incubadoras de empresas, financiamiento corporativo con base en premios, becas y cátedras a profesores, entre otros (Machado & Kessman, 1991).

Este último modelo universitario se asemeja al concepto anglosajón de la Tercera Misión, que, en últimas, está enmarcado dentro de la relación universidad – empresa.

De acuerdo a las funciones sustantivas de la universidad, la literatura también ha establecido una clasificación de las universidades en tres tipos:

- **Formativa:** Se enfoca en buscar, preservar y transmitir el conocimiento, y prepara al profesional para enfrentar el ambiente laboral, además desarrolla el espíritu crítico y analítico, con el fin de formar un ciudadano autónomo y responsable.
- **Investigativa:** Este tipo de universidad, además de la función formativa, incorpora la investigación científica como un elemento fundamental de su quehacer institucional en lo concerniente a la búsqueda, generación, producción y divulgación de nuevo conocimiento. Al tiempo, prepara a los estudiantes para que se apropien de hacer investigación (Cardenas, 2013).
- **Empresarial o emprendedora:** En Europa se habla de una universidad emprendedora y en Estados Unidos de una universidad empresarial, la cual además de la misión de enseñanza e investigación, abarca la “Tercera misión” o “Extensión” de desarrollo económico y social.<sup>4</sup> En este tipo de universidad se busca traducir la

---

<sup>4</sup> El concepto de universidad empresarial o emprendedora se puede asociar en el caso de la Extensión en Latinoamérica al modelo “Vinculatorio empresarial” planteado por Serna (2007).

investigación en desarrollo económico y social, a través de diferentes formas de relaciones empresariales (Audretsch D. , 2014; Etzkowitz H. , 2013).

A partir de estas propuestas conceptuales, esta tesis aborda a las universidades colombianas desde el modelo de extensión vinculatorio empresarial, a partir de una perspectiva de la universidad empresarial o emprendedora. Además, considera la comercialización de los resultados de investigación como un elemento que genera impacto económico dado que se constituye en una aceptación del mercado inmediata y medible (Markman, Siegel, & Wright, 2008).

## 2.5 Canales de interacción Universidad – Empresa

De acuerdo con Dutrénit y Arza (2015), Arza y Vazquez (2010), Dutrénit et al. (2010) y Orozco y Ruíz (2010), las interacciones que se dan entre las universidades y las empresas se pueden clasificar en cuatro canales, los cuales son: el tradicional, el de servicios, el comercial y el bidireccional. Las interacciones y flujos entre los dos agentes se muestran en la tabla 5.

*Tabla 5. Canales de interacción universidad - empresa*

Tipo de canal	Formas de interacción	Flujo de conocimiento	Tipo de interacción
Tradicional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recién graduados.</li> <li>• Conferencias y seminarios.</li> <li>• Publicaciones.</li> </ul>	Principalmente direccionado de la universidad a la empresa.	La interacción personal no es necesaria.
Servicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prestación de servicios científicos y tecnológicos a cambio de dinero.</li> <li>• Intercambio de información informal.</li> <li>• Consultoría.</li> <li>• Uso de equipos para el control de calidad.</li> <li>• Pruebas.</li> <li>• Capacitación.</li> <li>• Pasantías.</li> <li>• Intercambio temporal de personal.</li> </ul>	Principalmente direccionado de la universidad a la empresa.	La interacción personal suele ser a corto plazo.
Comercial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patentes.</li> <li>• Licencias de tecnología.</li> <li>• Spin off.</li> <li>• Incubadoras.</li> </ul>	Según el acuerdo contractual específico establecido, las actividades empresariales o de apoyo al conocimiento pueden fluir en ambas direcciones. El contacto	Las interacciones están motivadas por un intento de comercializar los resultados científicos ya

		personal se establece al inicio de la relación y puede continuar más tarde.	producidos por las universidades.
Bidireccional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyectos conjuntos de I+D.</li> <li>• Participación en redes.</li> <li>• Investigación por contrato.</li> <li>• Parques científicos-tecnológicos.</li> </ul>	Ambos agentes proporcionan recursos de conocimiento. Motivado por la creación del conocimiento de las universidades y las estrategias de innovación por parte de las empresas.	La interacción suele ser a largo plazo.

Fuente: elaboración propia a partir de (Arza & Vazquez, 2010; Dutrénit, De Fuentes, & Torres, 2010; Fernandes, y otros, 2010; Orozco & Ruiz, 2010)

De los anteriores canales y teniendo en cuenta que esta tesis se basa en la comercialización de resultados de investigación, se seleccionaron algunas formas de interacción correspondientes a los canales de tipo Comercial (patentes, licencias, spin-off) y Bidireccional (proyectos conjuntos, investigación por contrato) para el análisis de los procesos de transferencia tecnológica universitaria en Colombia. Una de las ventajas de abordar este tipo de canales, es la disponibilidad de la información y su cuantificación por parte de las instituciones universitarias, ya que la mayoría de aquella información se encuentra concentrada en las unidades encargadas de realizar la transferencia de los resultados de investigación. Además, debido a que su recolección se basa en unos procesos estandarizados, es posible realizar la comparación del desempeño de la transferencia universitaria de una manera más confiable.

## 2.6 Conclusiones del capítulo

En un contexto económico donde las dinámicas que promueven el crecimiento económico se basan en la comercialización de bienes intensivos en conocimientos, el papel de las universidades es fundamental. Con el fin de facilitar la transferencia de conocimiento hacia las empresas, diferentes modelos institucionales han sido ensayados en la historia. Se ha pasado desde un modelo lineal sin interacciones ni retroalimentaciones entre actores, hacia modelos donde surgen organizaciones híbridas e intercambio de papeles entre los agentes.

De acuerdo con los modelos presentados en este capítulo, es posible afirmar que algunas universidades han asumido un nuevo rol de organizaciones emprendedoras y se consolidan como agentes activos de los procesos de transferencia tecnológica. Esto ha llevado a que

se implementen diferentes canales de interacción con el entorno empresarial con el fin de estimular la capitalización del conocimiento generado, mediante su aplicación en procesos productivos para la economía.

Dada la relevancia de las universidades en la generación y transferencia de conocimientos tecnológicos, es pertinente analizar con qué tipo de recursos cuentan las universidades y qué factores apalancan el proceso de transferencia. Debido a su importancia, este tema es tratado en el siguiente capítulo.



## **CAPÍTULO 3. Teoría de los Recursos y las Capacidades y la Transferencia de Tecnología Universitaria**

### **3.1 Introducción**

Las organizaciones buscan ser más eficientes cada día y para esto deben construir ventajas competitivas como una estrategia para sobrevivir en los mercados. Para ello, es importante lograr configurar sus recursos y capacidades de tal forma que la organización consiga tener capacidad de respuesta ante los continuos cambios en el entorno.

Una gran base teórica para soportar el presente trabajo son las orientaciones conceptuales de la teoría de los recursos y las capacidades (Resources Based View - RBV, por sus siglas en inglés), las cuales permiten postular los factores o variables que influyen en la transferencia tecnológica universitaria. En conjunto con esto, se complementa la presentación de la RBV con las contribuciones que han sido derivadas de los ejercicios empíricos que existen en la literatura.

Las universidades son organizaciones conocidas como intensivas en conocimiento, dado que ofrecen al mercado el uso de conocimiento sofisticado o de productos basados en conocimiento (Alvesson, 2004). Por tal razón, el principal recurso de las universidades en sí mismo es el conocimiento, asociado con el aprendizaje que se configura como una capacidad dinámica fundamental. Ambos elementos son claves para lograr ventajas competitivas y la creación del valor (Starbuck, 1992).

Además del conocimiento, las universidades cuentan también con otros recursos, entre estos los financieros y comerciales. A partir de esto, el presente capítulo investiga cómo los recursos se configuran para que las universidades puedan incursionar en los procesos de transferencia tecnológica. El capítulo está estructurado de la siguiente forma. La sección 3.2 muestra las organizaciones como unidades administradoras de recursos. La sección 3.3 presenta la relación de la transferencia tecnológica y la teoría de los recursos. La sección 3.4 muestra el contexto regional de América Latina con relación a la Ciencia, Tecnología e Innovación. Por último, la sección 3.5 presenta las conclusiones del capítulo.

### 3.2 Las organizaciones como unidades administradoras de recursos

Las organizaciones, y las empresas en particular, son unidades administrativas autónomas y se caracterizan con base en sus recursos. De acuerdo con Penrose (1959), para alcanzar la eficiencia, las empresas realizan una estructuración de los recursos internos, lo que les permite apalancar su crecimiento y expansión.

El objetivo básico de la teoría de los recursos y las capacidades (RBV) es analizar las ventajas competitivas a partir de los aspectos internos de cada empresa y de la configuración particular de los recursos con los que cuenta (Peteraf, 1993; Mahoney & Pandian, 1992; Prahalad & Hamel, 1990; Rumelt R. , 1984; Wernerfelt, 1984). La propuesta teórica de la RBV, es que las empresas más eficientes son aquellas que logran explotar mejor sus recursos y capacidades internas para una mejor posición en el mercado (Cardona, 2011; Ibarra & Suárez, 2002). Al respecto, las ventajas que logre una organización con relación a su competencia dependerán de la gestión de sus activos tangibles e intangibles y, también, de la manera en cómo se configuran los recursos para crear capacidades.

Según Penrose (1959), Cuervo (1993), López (1996) y Pisano y Teece (2007), los recursos de la empresa son el stock de factores disponibles y controlables por la misma y se clasifican en: recursos físicos, humanos, financieros, tecnológicos y la reputación. Por otra parte, las capacidades o competencias son el stock de conocimientos, habilidades, y las técnicas que surgen del aprendizaje colectivo de la organización, consecuencia de la combinación de recursos y de la creación de rutinas organizativas. Estas se desarrollan por intercambio de información con base en el capital humano de la empresa y dependen del sistema de incentivos e integración del personal.

Es importante anotar que son las capacidades las que crean la ventaja competitiva de la empresa, ya que entre mayor sea su uso estas capacidades se perfeccionan. Esto, al mismo tiempo, crea unas *rutinas organizativas* que, desde la óptica de Nelson y Winter (1982), hacen referencia a las relaciones, pautas de actuación o patrones de interacción

que implican ciertos procesos de aprendizaje que marcan la diferencia entre las organizaciones.

Las capacidades organizacionales, en particular, juegan un papel relevante desde el punto de vista de la estrategia, entendiéndose esta como el conjunto de análisis, conceptos, políticas, argumentos y acciones que responden a un desafío de alto nivel (Rumelt R. , 2011). Las capacidades representan así una forma de solución a problemas, que evolucionan en el tiempo producto de un proceso de aprendizaje. Además, representan una forma distintiva y superior de combinar y asignar recursos, lo que ofrece a la gerencia de la organización alternativas de decisión para alcanzar resultados determinados (Schreyögg & Kliesch-Eberl, 2007; Helfat & Peteraf, 2003; Winter, 2000).

Según Helfat y Winter (2011), la posibilidad de contar con una capacidad específica o propia muestra que la organización posee la habilidad para hacer una actividad determinada de manera confiable y, por lo menos, mínimamente satisfactoria. Al respecto, durante los últimos años se ha planteado una categorización de las capacidades organizacionales. Por ejemplo, Collins (1994) diferencia entre las capacidades para llevar a cabo las actividades básicas funcionales de la organización frente a aquellas que se enfocan al mejoramiento dinámico. Por otra parte, ciertos autores clasifican las capacidades organizacionales en ordinarias y dinámicas, donde las ordinarias apoyan a la eficiencia técnica de la empresa, en especial la productividad, y las dinámicas ayudan a la empresa a construir y renovar recursos de manera rentable. Estas ayudan a reconfigurar los recursos según sea necesario para innovar y responder (o provocar) a cambios en el mercado y al entorno empresarial en general (Pisano & Teece, 2007; Teece, Pisano, & Shuen, 1997).

Dada la globalización y el dinamismo de los mercados, la producción, adquisición, transferencia y aplicación de nuevo conocimiento son factores claves para competir y ayudan a fomentar la innovación (Varela, 2008). Lo anterior configura entonces lo que sería un modelo organizacional centrado en el conocimiento, la innovación y el aprendizaje organizativo como marco orientador para las empresas en la presente época (Vergara, Restrepo, Ocampo, Naranjo, & Martinez, 2015).

Aquellas empresas que ofrecen al mercado el uso de conocimiento sofisticado o de productos basados en conocimiento, son las llamadas empresas intensivas en conocimiento (Alvesson, 2004). Entre estas se encuentran las empresas de consultoría, industrias tecnológicas y, de forma particular, las universidades. Estas últimas, son organizaciones que se configuran en torno al conocimiento, como su principal recurso y, al aprendizaje, como fuente clave para lograr ventajas competitivas y crear valor. Una característica primordial de esta clase de organizaciones es que la mayor parte del trabajo es de tipo intelectual, donde prevalece el capital humano.

Dado que las universidades concentran conocimiento y el capital humano es su principal insumo, se convierte en un reto conocer cómo aquellas pueden combinar o integrar este tipo de recursos para generar capacidades que las diferencien en el mercado. Para esto, la teoría de recursos y capacidades ofrece lineamientos importantes ya que brinda luces sobre cómo gestionar los recursos en cualquier organización y, de esta manera, permite detectar y transformar rutinas para crear, mantener y mejorar la competitividad y generar innovación (Guerrero, Heaton, & Urbano, 2020).

### **3.3 La transferencia tecnológica y la teoría de los recursos**

A partir de la caracterización de las empresas como unidades administradoras de recursos, la transferencia tecnológica hace parte del establecimiento de relaciones de las empresas con las universidades para compartir ciertos recursos y mejorar sus capacidades.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, la transferencia tecnológica se puede definir en un sentido amplio, como una serie de procesos destinados a compartir ideas, conocimientos, tecnologías y capacidades de la universidad con personas o instituciones, y la adquisición por parte de estos de dichas ideas, conocimientos, tecnologías y capacidades (OMPI, 2010).

De acuerdo a la OMPI (2010), en un sentido más específico la transferencia de tecnología de las universidades al sector privado, se considera como la “comercialización de tecnología” mediante el cual se aplican los resultados de investigaciones básicas efectuadas por las universidades a los productos comerciales y prácticos de empresas

privadas que tienen como destino el mercado. Otras definiciones de transferencia tecnológica se plasman en la tabla 6 con el fin presentar diferentes posturas sobre el tema a través del tiempo.

*Tabla 6. Definiciones de transferencia de tecnología y conocimiento*

<b>Autor</b>	<b>Definición</b>
(Scmoch, Reid, Encarnacao, & Abramson, 1997)	Movimiento de tecnología y/o conocimiento desde un proveedor hacia un receptor a cambio de una contraprestación generalmente económica. El objetivo de esta transferencia es mejorar como mínimo el conocimiento y las habilidades del receptor, así como de fortalecer la posición competitiva en el mercado de cada uno de los involucrados.
(Echarri & Pendas, 1999)	Transmisión y/o creación de tecnología, con o sin la transmisión simultanea de bienes y servicios.
(Hidalgo, León, & Pavón, 2002)	Acuerdo por el que una empresa adquiere las licencias de uso relativas a los derechos de propiedad de los que disponen otras empresas con el fin de acceder a la tecnología necesaria para el desarrollo de sus productos.
(Escorsa & Valls, Tecnología e innovación en la empresa, 2003)	Ventas o concesiones hechas con ánimo lucrativo de tecnologías que deben permitir al licenciataro o comprador fabricar en las mismas condiciones que el licenciante o vendedor.
(COTEC, 2003)	Transferencia del capital intelectual y del know-how entre organizaciones con la finalidad de su utilización en la creación y el desarrollo de productos o servicios viables comercialmente.
(Becerra, 2004)	Movimiento y difusión de una tecnología o producto desde el contexto de su invención original a un contexto económico y social diferente.
(López, Mejía, & Schmal, 2006)	Proceso mediante el cual la empresa obtiene acceso a avances tecnológicos desarrollados por científicos a través de su traslado hacia el ámbito productivo y comercial.
(Beraza & Rodríguez, 2010)	Vínculo entre organizaciones orientado a difundir, incorporar, ceder y/o vender conocimientos científicos y tecnológicos de una manera formal, donde intervienen seis elementos: emisor, receptor, medio para realizar la transferencia, objeto de la transferencia, agente intermediario y facilitadores del proceso.

Fuente: Elaboración propia a partir de (González, 2011, pág. 22)

Al respecto de la transferencia de tecnología, en las últimas décadas las universidades han tenido un papel más activo como fuentes de innovación tecnológica para aquellas organizaciones que buscan producir diferenciación y ventajas a mediano y largo plazo como estrategia para mejorar su competitividad (González, 2011). Estos procesos de transferencia son la manera como las universidades valorizan su conocimiento y lo ponen al servicio de la sociedad para su crecimiento económico. Por tal razón, aquellas universidades que hacen un eficiente uso de sus recursos y capacidades pueden tener un impacto mayor en la transferencia tecnológica hacia las empresas, al tiempo que marcan un factor diferencial frente a las otras universidades del entorno (Lizarazo M. , Jaime, Camacho, & Martinez, 2015).

Con el fin de comprender los determinantes o impulsores que inciden directamente en el rendimiento de la transferencia tecnológica universitaria, estudios empíricos como el de Siegel, Waldman y Link (2003) afirman que diversas variables (recursos internos, contexto cultural y esquemas organizacionales) afectan la eficiencia de la transferencia. A partir de la teoría de los recursos y capacidades, Wernerfelt (1984) y O'Shea et al. (2005), hacen un análisis de aquellas variables y las clasifican como los recursos y capacidades, las cuales a su vez se dividen en cuatro dimensiones principales: humana, institucional o cultural, financiera y comercial. Dentro de cada dimensión se encuentran diferentes determinantes o impulsores de rendimiento, los cuales estimulan el proceso de transferencia tecnológica universitaria con el fin de lograr una mayor efectividad.

Dada esta caracterización, y debido a que el presente trabajo pretende analizar los determinantes más significativos en el proceso de transferencia tecnológica universitaria en el contexto colombiano, se presentan a continuación cada uno de los recursos que pueden afectar esta transferencia.

### **3.3.1 Recursos Humanos**

En parte, los investigadores universitarios se dedican a inventar o descubrir nuevos conocimientos que tienen la capacidad de volverse nuevas tecnologías. En ciertos casos y bajo ciertos contextos, cuando estos procesos tienen éxito y se desarrollan con buenos resultados, pasan a las oficinas de transferencia de tecnología de las universidades (Siegel, Waldman, & Link, 2003). Varios estudios empíricos demuestran que los científicos de mayor calidad buscan crear empresas spin-off para obtener rentas generadas por su capital intelectual, convirtiéndose esto en un aspecto motivacional (O'Shea, Allen, Chevalier, & Roche, 2005; Zucker, Darby, & Armstrong, 1998).

Otros estudios empíricos han demostrado que la calidad de los profesores es uno de los factores clave en el desempeño de las licencias de tecnología universitarias (O'Shea, Allen, Morse, O'Gorman, & Roche, 2007; Lach & Schankerman, 2004; Friedman & Silberman, 2003; Thursby & Kemp, 2002). Debido a que la calidad docente es crítica para el rendimiento de la transferencia tecnológica universitaria, un gran número de docentes e

investigadores cualificados pueden facilitar la generación de científicos “estrellas” que facilitan los procesos de transferencia (Foltz, Barham, & Kim, 2000). Además, el contar con investigadores e ingenieros con mayores habilidades y conocimientos en I+D también incide en los procesos de transferencia tecnológica (O’Shea, Allen, Chevalier, & Roche, 2005; Powers, 2003). Por tal razón, en varios estudios el tamaño del cuerpo docente, el tamaño de los departamentos científicos y tecnológicos, el tamaño del personal con posdoctorado y el número de investigadores de tiempo completo son considerados insumos claves para la transferencia de tecnología desde las universidades (Lach & Schankerman, 2004; Friedman & Silberman, 2003; Foltz, Barham, & Kim, 2000).

Cuando una invención se divulga, entran a jugar un papel clave las llamadas oficinas de transferencia de tecnología de las universidades. Estas se encargan de evaluar el potencial comercial de cada tecnología y deciden si se patenta o no la invención. Además, estas oficinas deben diseñar una cartera de patentes para maximizar el valor de la invención y su protección a nivel local o global. Si la patente es otorgada, las oficinas de transferencia comercializan las tecnologías mediante una licencia o lanzan una Start-up (Siegel, Waldman, & Link, 2003). Por lo tanto, las oficinas de transferencia de tecnología universitaria cumplen un papel importante en facilitar la comercialización de los descubrimientos científicos que pueden tener aplicaciones en la economía. Estas estructuras organizacionales también requieren tejer redes entre académicos, inversionistas de riesgo, asesores y gerentes quienes colectivamente proporcionan los recursos humanos y financieros necesarios para iniciar una empresa.

Es importante resaltar además que las oficinas de transferencia deben estar equipadas con conocimiento en creación de empresas, tales como: evaluación de mercados, redacción de planes de negocio, recaudo de capital de riesgo, obtención de espacio y equipos, entre otros (O’Shea, Allen, Chevalier, & Roche, 2005; Chugh, 2004). En particular, varios estudios consideran que el tamaño de las oficinas de transferencia de tecnología es un factor determinante en el rendimiento del proceso de transferencia tecnológica universitaria (Chang, Chen, Hua, & Yang, 2006; Chapple, Lockett, Siegel, & Wright, 2005; Link & Siegel, 2005; O’Shea, Allen, Chevalier, & Roche, 2005; Lach & Schankerman, 2004).

### 3.3.2 Recursos institucionales / culturales

La transferencia de tecnología universitaria puede depender de ciertos factores institucionales que ayudan a crear un ambiente que fomente la actividad empresarial en la universidad. Dicho ambiente hace parte de la historia de la universidad y forma una cultura y tradición única; un recurso que impulsa y fomenta la transferencia tecnológica. En este contexto, Clarke (1988) indica, mediante un estudio transnacional de cinco universidades europeas exitosas, que la cultura empresarial es un elemento clave para el éxito del proceso de transferencia de tecnología entre las universidades y empresas.

Muchas universidades en conjunto con sus oficinas de transferencia han descubierto que necesitan ofrecer esquemas adecuados de motivación para fomentar el espíritu empresarial, entre ellas la participación en regalías, con el fin de estimular a los investigadores a presentar sus innovaciones. Varios estudios muestran también la importancia de unos incentivos adecuados para atraer la cooperación de los académicos en licencias de tecnología (Siegel, Veugelers, & Wright, 2007; Link & Siegel, 2005; Lach & Schankerman, 2004; Jensen & Thursby, 2001; Macho-Stadler, Martinez-Giralt, & Perez-Castrillo, 1996).

Otros estudios indican también que el régimen de regalías proporcionado por la universidad tiene un efecto positivo en las tasas de spin-off tecnológicas (Siegel, Veugelers, & Wright, 2007; O'Shea, Allen, Chevalier, & Roche, 2005; Di Gregorio & Shane, 2003). Según los análisis empíricos de estos estudios, una política de incentivos efectiva es positiva en la realización de actividades de transferencia de tecnología. Siegel et al. (2004), por ejemplo, indican que esquema de contratación de empleados experimentados en las oficinas de transferencia de las universidades puede promover más eficientemente la comercialización de tecnología hacia la industria. Varios estudios empíricos señalan además que la edad de la oficina de transferencia de tecnología universitaria es un indicador positivo de su posible desempeño (Carlsson & Fridh, 2002; Rogers, Yin, & Hoffmann, 2000). Es decir, existe una relación positiva entre las oficinas que tienen más experiencia con respecto a la generación de licencias e ingresos producto de la transferencia de tecnología.

Por otro lado, la ubicación de la universidad es también un factor que afecta significativamente el rendimiento de la transferencia de tecnología universitaria. La mayoría de estudios empíricos que examinan la contribución de la investigación universitaria al desarrollo económico regional sugieren que las contribuciones de investigación universitaria tienden a concentrarse geográficamente (Mathews & Hu, 2007; Chapple, Lockett, Siegel, & Wright, 2005; Friedman & Silberman, 2003; Anselin, Varga, & Acs, 1997).

Al respecto, O'Shea et al. (2007) señalan que el *Massachusetts Institute of Technology* - MIT soporta y actúa como una incubadora virtual para la actividad emprendedora y las spin-offs basadas en nuevas tecnologías alrededor del campus principal del MIT en Massachusetts. En efecto, el conocimiento y la innovación desarrollados por las universidades pueden extenderse y beneficiar la industria regional y a la investigación del sector privado. Sumado a esto, los clústeres sectoriales que rodean a las universidades generan retroalimentación a través de la creciente demanda de transferencia de tecnología universitaria. También se debe agregar que la capacidad de las universidades para generar licencias e ingresos por regalías también puede depender del acceso a abogados, capitalistas de riesgos, consultores, empresarios e investigadores de la industria provenientes del sector industrial que existe en cada región (O'Shea, Allen, Morse, O'Gorman, & Roche, 2007; Friedman & Silberman, 2003).

En este contexto, O'Shea et al. (2007) reportan que los programas de investigación interdisciplinaria y desarrollo del emprendimiento son factores institucionales importantes que conforman la cultura empresarial del MIT. Según O'Shea et al (2007), el MIT tiene un largo historial de obtención de fondos para la investigación interdisciplinaria. En particular, muchos de los centros de investigación interdisciplinarios cercanos o pertenecientes al MIT han incubado spin-offs altamente exitosas (O'Shea, Allen, Morse, O'Gorman, & Roche, 2007).

Entre otros aspectos, Lee et al. (2010) sugieren que un equipo de investigación interdisciplinaria puede generar múltiples perspectivas y experiencias para lograr que los objetivos de investigación sean más efectivos y así facilitar la transferencia de tecnología universitaria (Lee et al. 2000). El MIT, por ejemplo, complementa sus currículos de ingeniería con programas formales y experienciales en emprendimiento, los cuales forman

otro pilar que aporta al clima de emprendimiento. De forma paralela, se promueven las actividades académicas de emprendimiento de varias maneras, por ejemplo, a través del *Centro de Innovación Tecnológica Deshpande*, el cual financia investigaciones prometedoras y capacita a los beneficiarios para comercializar sus innovaciones o lanzar start-ups, y el *Centro Martin Trust* para el emprendimiento del MIT, el cual ofrece cursos educativos y programas ejecutivos para desarrollar líderes de empresas exitosas de alta tecnología (O'Shea, Allen, Morse, O'Gorman, & Roche, 2007).

En suma, el ecosistema sectorial de innovación alrededor de las universidades, los recursos de apoyo entre centros, la cultura que promueven las organizaciones y los incentivos institucionales anclados a las mismas universidades son importantes para la transferencia tecnológica.

### **3.3.3 Recursos Financieros**

Las universidades han sido impulsadas a ser cada vez más eficientes en el uso de los recursos públicos. En este aspecto, los estudios empíricos muestran que la financiación gubernamental es importante para realizar investigación de punta, principalmente en los campos de biotecnología y ciencias de la vida, porque dichas investigaciones son básicas, sin aplicaciones a la vista, y tienen mayor incertidumbre acerca de cuándo se convertirán en productos comerciales (O'Shea, Allen, Morse, O'Gorman, & Roche, 2007; Foltz, Barham, & Kim, 2000). Otros estudios relacionados con la transferencia de tecnología universitaria consideran también que la financiación gubernamental es un facilitador debido a que permite que los académicos universitarios desarrollen gran cantidad de tecnología para la comercialización (O'Shea, Allen, Chevalier, & Roche, 2005; Lach & Schankerman, 2004; Friedman & Silberman, 2003; Thursby & Kemp, 2002; Rogers, Yin, & Hoffmann, 2000).

De acuerdo con Siegel et al (2003), uno de los principales motivos que impulsa a los científicos universitarios en sus labores es el poder asegurar fondos para estudiantes graduados, becarios, estancias pos-doctorales, y la financiación de equipos o instalaciones de laboratorio. Por tal razón, los científicos universitarios están de forma constante motivados para conseguir fondos de investigación adicionales por medio de la participación

en contratos de regalías, derechos de licencia y acuerdos de investigación patrocinada, particularmente con el cese de la propiedad intelectual al Estado con el fin de acelerar la comercialización de innovaciones universitarias. Al respecto de este patrón, numerosos estudios han demostrado que la adecuada financiación de las industrias contribuye a las spin-off universitarias y a las actividades de licencia de tecnología (O'Shea, Allen, Morse, O'Gorman, & Roche, 2007; Link & Siegel, 2005; O'Shea, Allen, Chevalier, & Roche, 2005; Lach & Schankerman, 2004; Friedman & Silberman, 2003).

En dicho contexto, Wright et al. (2004) sugieren que la participación de la industria y los inversionistas de riesgo en proyectos científicos, pueden facilitar el lanzamiento de spin-offs universitarias dado que estos capitalistas de riesgo tienen los recursos financieros y la experiencia empresarial para comercializar con éxito las tecnologías (O'Shea, Allen, Chevalier, & Roche, 2005). Además, Powers y McDougall (2005) proponen que existe una relación positiva y significativa entre el gasto universitario en I+D y las actividades de spin-off.

Por su parte, O'shea et al. (2007) señalan además que la investigación financiada por la industria juega un papel importante en la comercialización de los resultados de investigación de varias universidades. Una vez los científicos universitarios archivan sus invenciones en las oficinas de transferencia de tecnología, estas oficinas requieren emplear abogados para apoyar la protección de la propiedad intelectual, a través de patentes, licencias, mantenimiento y litigios. Con respecto a esto, en varios estudios de transferencia de tecnología universitaria se encuentra que los gastos en protección de la propiedad intelectual se consideran como uno de los factores para el éxito de la transferencia (Chapple, Lockett, Siegel, & Wright, 2005; Lockett & Wright, 2005; Siegel, Waldman, & Link, 2003).

También debe señalarse que una vez las universidades obtienen la propiedad intelectual, puede ser difícil buscar apoyo financiero por parte de inversionistas privados para la comercialización de tecnologías en etapas tempranas o iniciales. Para solventar esta brecha financiera, Rasmussen y Sorheim (2012) sugieren el papel del capital semilla para comercializar las tecnologías en las primeras etapas, con el fin de reducir la incertidumbre tecnológica y organizacional. De esta forma, con el apoyo de programas de capital semilla,

las tecnologías en etapas iniciales tienen una mayor probabilidad de emerger en los mercados a través de spin-offs universitarias.

### **3.3.4 Recursos comerciales**

Los recursos humanos, institucionales / culturales y financieros afectan la generación de innovaciones universitarias. Además de estos, los recursos comerciales sirven también como complemento para facilitar el surgimiento de innovaciones universitarias en el mercado. Varios elementos juegan un rol clave para generar emprendimiento académico. En particular, la incubadora en una universidad es considerada como una medida efectiva para acelerar spin-offs (Mian, 1996).

Existe también demanda para otros tipos de catalizadores para una exitosa transferencia de tecnología universitaria, adicional al esfuerzo realizado por las administraciones universitarias para que los científicos divulguen sus invenciones. Clarysse et al. (2011) investigaron las universidades del Reino Unido y señalan que los académicos que tienen un alto grado de capacidad y experiencia en emprendimiento participan más en iniciativas de emprendimientos empresariales con respecto a los académicos sin estas capacidades y experiencia.

Por ejemplo, en el MIT muchos docentes esperan ver sus invenciones realizadas en el mercado. Adicionalmente, el MIT ha desarrollado redes informales externas e internas entre el gobierno, la industria y la academia (O'Shea, Allen, Morse, O'Gorman, & Roche, 2007). Estas redes sociales permiten a los científicos universitarios acceder a fondos de investigación y a experiencia en emprendimiento y pueden servir como catalizador para una exitosa transferencia de tecnología (Lockett & Wright, 2005; Siegel, Waldman, & Link, 2003).

Las invenciones universitarias derivadas de la investigación académica son altamente variables en términos de potencial comercial. Frente a esto, las pruebas y los prototipos son importantes para reducir la incertidumbre tecnológica para los científicos universitarios al momento de solicitar la concesión de licencias o la creación de spin-offs exitosas (Rasmussen & Sorheim, 2012). Jensen y Thursby (2001), por ejemplo, encontraron que

más del 75% de las invenciones exitosas en el mercado creadas por las universidades de Estados Unidos, tienen prueba de concepto o prototipo a escala de laboratorio en el momento de la concesión de la licencia. Por lo tanto, las invenciones universitarias con pruebas y prototipos requieren menor desarrollo comercial, y son mejores para atraer la atención de empresarios y capitalistas de riesgo.

A continuación, se presenta un resumen construido con base en la revisión de la literatura, donde se muestran diferentes tipos de determinantes de la transferencia tecnológica relacionados con los recursos internos y externos de las universidades.

Tabla 7. Determinantes o impulsores de la transferencia tecnológica universitaria

Dimensión	Determinante	Medición de la variable	Fuente
Recursos humanos	Calidad de la facultad	Calidad de los profesores por nivel de formación.	(O'Shea, Allen, Morse, O'Gorman, & Roche, 2007; O'Shea, Allen, Chevalier, & Roche, 2005; Lach & Schankerman, 2004)
	Tamaño de la facultad	Número de miembros de la facultad.	(Lach & Schankerman, 2004; Foltz, Barham, & Kim, 2000)
	Tamaño de los departamentos científicos y tecnológicos	Número de miembros de la facultad de los departamentos científicos y tecnológicos.	(Friedman & Silberman, 2003; Foltz, Barham, & Kim, 2000)
	Tamaño del personal de postdoctorado e investigadores	Número de becarios de postdoctorado e investigadores de tiempo completo.	(O'Shea, Allen, Chevalier, & Roche, 2005)
	Tamaño de las oficinas de transferencia tecnológica	Número de empleados equivalentes a tiempo completo en oficinas universitarias de transferencia de tecnología.	(Chang, Chen, Hua, & Yang, 2006; Chapple, Lockett, Siegel, & Wright, 2005; O'Shea, Allen, Chevalier, & Roche, 2005)
Recursos institucionales / culturales	Cultura y tradición	Cultura orientada al emprendimiento y la tradición de la universidad.	(O'Shea, Allen, Morse, O'Gorman, & Roche, 2007; Clarke, 1988)
	Experiencia en oficinas de transferencia de tecnología	La edad y la experiencia de las oficinas de transferencia tecnológica.	(Chapple, Lockett, Siegel, & Wright, 2005; Link & Siegel, 2005; Lockett & Wright, 2005)
	Ubicación de la universidad	Universidades en lugares caracterizados por una concentración relativamente alta de empresas de base tecnológica, investigación de la industria y clima empresarial.	(O'Shea, Allen, Morse, O'Gorman, & Roche, 2007; Chapple, Lockett, Siegel, & Wright, 2005; Friedman & Silberman, 2003)
	Política de incentivos	Programa de incentivos a nivel universitario para que los miembros de la facultad se involucren en actividades relacionadas con la transferencia de tecnología.	(Chang, Chen, Hua, & Yang, 2006; Link & Siegel, 2005; Lockett, Siegel, Wright, & Ensley, 2005)
	Investigación interdisciplinaria	Centros de investigación interdisciplinarios o proyectos de investigación interdisciplinarios de universidades.	(O'Shea, Allen, Morse, O'Gorman, & Roche, 2007)
	Programas de desarrollo empresarial	Número de programas de desarrollo de emprendimiento para impartir educación emprendedora.	(Rasmussen & Sorheim, 2012; O'Shea, Allen, Morse, O'Gorman, & Roche, 2007)

Recursos financieros	Financiación de la industria	Financiación de la industria para apoyar la investigación universitaria.	(O'Shea, Allen, Morse, O'Gorman, & Roche, 2007; Link & Siegel, 2005; O'Shea, Allen, Chevalier, & Roche, 2005)
	Financiación gubernamental	Financiación gubernamental para apoyar la investigación universitaria.	(Chang, Chen, Hua, & Yang, 2006; O'Shea, Allen, Chevalier, & Roche, 2005; Lach & Schankerman, 2004)
	Gastos de protección de la propiedad intelectual	El gasto de una universidad en la protección de la propiedad intelectual asociada.	(Chang, Chen, Hua, & Yang, 2006; Chapple, Lockett, Siegel, & Wright, 2005; Lockett & Wright, 2005)
	Financiación de la comercialización	Apoyo financiero a la comercialización de la propiedad intelectual.	(Rasmussen & Sorheim, 2012)
Recursos comerciales	Incubadoras	Número de Incubadoras universitarias.	(Mathews & Hu, 2007; O'Shea, Allen, Chevalier, & Roche, 2005; Mian, 1996)
	Revelaciones de la invención	Número de divulgaciones de invención universitaria.	(Chapple, Lockett, Siegel, & Wright, 2005; Link & Siegel, 2005; Siegel, Waldman, & Link, 2003)
	Capacidad emprendedora	Capacidad empresarial de los profesores.	(Clarysse, Tartari, & Salter, 2011)
	Experiencia emprendedora	Experiencia empresarial de los profesores.	(Clarysse, Tartari, & Salter, 2011)
	Red social	Conexión de la Universidad entre la industria, los inversionistas de riesgo, el mundo académico y el gobierno.	(O'Shea, Allen, Morse, O'Gorman, & Roche, 2007; Lockett, Siegel, Wright, & Ensley, 2005; Siegel, Waldman, & Link, 2003)
	Cartera de patentes	Protecciones de patentes internacionales y nacionales.	(Lichtenthaler & Ernst, 2010)
	Pruebas y prototipos	Inventiones universitarias con pruebas de concepto o prototipos.	(Rasmussen & Sorheim, 2012; Jensen & Thursby, 2001)

Fuente: Elaboración propia con base en resultados reportados por (Hsu, Shen, Yuan, & Chou, 2015, pág. 28).

### **3.4 Contexto regional de América Latina con relación a la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI)**

Con el fin de analizar la transferencia tecnológica universitaria desde una visión agregada, es importante evaluar algunos indicadores de ciencia y tecnología que existen en América Latina. Estos indicadores son importantes porque el crecimiento económico se puede lograr mediante una adecuada gestión de la ciencia, tecnología e innovación y, por ende, depende de forma crucial del gasto en investigación + desarrollo experimental e innovación (I+D+i) que hace el gobierno y las empresas (De la Vega, 2018). En particular, la conversión de una sociedad tradicional a una moderna requiere del fortalecimiento de las capacidades tecnocientíficas mediante el aprendizaje y su conversión en procesos, productos y servicios innovadores a nivel global (Kim & Nelson, 2013).

El ritmo de crecimiento de los países es diferente por algunos factores externos e internos que hacen que se creen asimetrías entre los mismos. Para el caso de América Latina, estas asimetrías se hacen muy marcadas y bastante evidentes. El hecho de que cada país maneje sus propias dinámicas y la correlación de las fuerzas entre sus actores hace que el avance en ciencia, tecnología e innovación (CTI) sea heterogéneo en la región.

Al respecto, Ocampo (2017) afirma que el gasto en I+D es esencial para recortar la brecha que separa a los países en desarrollo de las naciones más avanzadas. Para ello es necesario contar con políticas públicas muy activas, dado que los innovadores individuales (empresa, investigadores, personas) son incapaces de captar todos los beneficios de sus acciones y, por ende, evaluar los efectos sociales que generan con sus innovaciones. Para Ocampo (2017), es importante hacer una comparación de los indicadores de desempeño de CTI desde una perspectiva internacional, dado que esto permite diseñar y evaluar políticas públicas que permitan garantizar y acelerar el crecimiento económico.

En la siguiente tabla, se puede observar una batería de indicadores que permiten visualizar cómo se encuentran algunos de los países de América Latina en materia de actividades de ciencia y tecnología.

Tabla 8. Indicadores de CTI en países de América Latina-1. Año 2016.

País	Población (millones)	Gasto de I+D como porcentaje del PIB	Gasto de I+D en dólares por habitante	Gasto en ACT como porcentaje del PIB	Relación Gasto de I+D / Gasto en ACT
Argentina	43,59	0,53%	\$ 67,81	0,57%	93,46%
Brasil	206,1	1,27%	\$ 110,11	1,53%	82,73%
Chile	18,19	0,36%	\$ 49,82	---	---
Colombia	48,75	0,27%	\$ 15,49	0,69%	39,06%
Costa Rica	4,89	0,46%	\$ 53,35	2,08%	21,95%
Cuba	11,2	0,34%	\$ 27,92	0,86%	39,79%
México	122,27	0,50%	\$ 42,85	0,97%	51,59%
Uruguay	3,48	0,41%	\$ 61,84	0,66%	61,89%

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología – RICyT (2019)

Con respecto al indicador de Gasto de I+D como porcentaje del PIB, se observa que solo en el caso de Brasil se presenta una inversión superior al 1%, una cifra aproximada a la inversión realizada por España, pero distante del promedio que se gasta en los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

Colombia, en particular, tiene un gasto de 0,25% en actividades de I+D como porcentaje del PIB y presenta un nivel de gasto en I+D bajo con respecto a los otros miembros de la región presentados. Es importante resaltar también que países como Uruguay, Costa Rica y Chile con un porcentaje menor de gasto en I+D/PIB, presentan un gasto de I+D en dólares por habitante mayor que México o Chile.

Al observar las estadísticas de gasto en ACT como porcentaje del PIB, se puede detectar una inversión baja en casi todos los países, con excepción de Brasil y Costa Rica. Por otra parte, al tomar en cuenta la importancia que se tiene de hacer inversiones en I+D, con respecto al dinero invertido en ACT, se observa que países como Argentina, Brasil y Uruguay destinan una gran proporción a I+D del total de recursos invertidos en ACT.

Con el fin de tener una perspectiva más integral, se presenta en la tabla 7 el gasto en I+D de otros países fuera de Latinoamérica. Según se puede observar, la región está bastante rezagada en términos de la inversión en I+D que realizan los llamados países desarrollados.

Tabla 9. Países referentes en CTI. Año 2016.

País	Gasto de I+D como porcentaje del PIB
España	1,19%
Estados Unidos	2,74%
Japón	3,14%
Alemania	2,94%
Canadá	1,60%
Miembros de la OCDE	2,49%

Fuente: Banco Mundial (2019)

De otra parte, si se examina lo concerniente al recurso humano capacitado, Brasil cuenta aproximadamente con el doble de doctores por millón de habitantes con relación a países como Argentina, México y Cuba. Colombia, de forma separada, muestra una cifra muy baja de doctores, con un número de 17 doctores por cada millón de personas. Otros indicadores importantes son los relacionados con la solicitud de patentes y el número de artículos en publicaciones científicas y técnicas, los cuales reflejan unas asimetrías importantes entre los países analizados. En este aspecto, Colombia tiene publicaciones que equivalen a casi el 12% de las realizadas en Brasil y el 41% de las que realiza México. Con relación a las patentes, el panorama en general es más preocupante una vez que las mayores solicitudes de patentes se realiza en Brasil (28.667) y México (17.184), el resto de países latinoamericanos presenta una cifra de por sí bastante baja en comparación con países referentes en Europa y Asia, lo cual se puede observar en la Tabla 10 y en la Tabla 11.

Tabla 10. Indicadores de CTI en países de América Latina-2. Año 2016

País	Total de doctores graduados por año	Número de doctores graduados por año por millón de habitantes	Solicitudes de patentes de invención (Año 2017)	Número de artículos en publicaciones científicas y técnicas
Argentina	2.314	53	3.443	8.593
Brasil	20.603	100	28.667	55.181
Chile	704	39	2.894	6.639
Colombia	615	13	2.372	6.292
Costa Rica	140	29	589	389
Cuba	665	59	174	1.126
México	6.225	51	17.184	15.200
Uruguay	58	17	495	842

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología – RICyT (2019) y Banco Mundial – BM (2019)

Tabla 11. Indicadores de CTI en países desarrollados - Año 2016

País	Total de doctores graduados por año	Número de doctores graduados por año por millón de habitantes	Solicitudes de patentes de invención (Año 2017)	Número de artículos en publicaciones científicas y técnicas
EEUU	67.449	205	606.956	427.265
España	10.889	231	2.343	55.515
Alemania	28.147	340	67.712	108.296
Reino Unido	25.020	376	22.072	99.366
India	24.300	18	46.582	112.167
Japón	16.039	127	318.481	101.297
Francia	13.729	205	16.247	71.028
Italia	10.678	178	9.674	70.534

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología – RICyT (2019), Banco Mundial – BM (2019) y WEF (2017).

También es importante evaluar la distribución del aporte en I+D con base en la fuente de financiamiento, tal y como se presenta a continuación:

Tabla 12. Gasto en I+D según la fuente de financiamiento. Año 2016.

País	Argentina	Brasil	Chile	Colombia	Costa Rica	Cuba	México	Uruguay
Gobierno	73,06%	41,34%	46,42%	6,47%	93,21%	63,01%	67,35%	28,24%
Empresas (Públicas y Privadas)	18,24%	55,48%	35,84%	48,39%	4,45%	35,01%	20,67%	4,59%
Educación Superior	1,82%	3,17%	14,40%	27,36%			5,05%	59,48%
Org. priv. sin fines de lucro	0,56%		1,48%	17,34%	0,32%		6,36%	0,27%
Extranjero	6,32%		1,86%	0,44%	2,02%	1,98%	0,56%	7,42%

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología – RICyT (2019)

Según la tabla 12, países como Argentina, Costa Rica y México, tienen una inversión alta por parte del Gobierno. Por su parte, en Colombia se presenta una baja participación del Gobierno con un 6,47%, y la mitad de la inversión se encuentra financiada por las mismas empresas.

De otro lado, al mirar la incorporación de investigadores por sector, países como Argentina, Chile y Costa Rica cuentan con un promedio del 55% de investigadores en el sector de la

Educación Superior y el resto lo distribuyen en las Empresas y el Gobierno. En países como Costa Rica y Chile la presencia de investigadores en el sector empresarial es mucho mayor que en el resto de los países analizados. Para el caso de Colombia, tenemos una fuerte concentración de investigadores en la educación superior con una tasa del 95,60%.

*Tabla 13. Investigadores por sector de empleo. Año 2016.*

País	Argentina	Chile	Colombia	Costa Rica	Uruguay
Gobierno	33,56%	11,71%	1,02%	16,46%	14,35%
Empresas (Públicas y Privadas)	6,65%	25,29%	2,62%	35,29%	1,12%
Educación Superior	59,32%	57,64%	95,60%	47,20%	80,93%
Org. priv. sin fines de lucro	0,46%	5,35%	0,75%	1,05%	3,60%

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología – RICyT (2019)

En suma, los indicadores presentados permiten identificar algunas variables claves para potenciar la transferencia tecnológica universitaria. Según las estadísticas presentadas, en el caso de Latinoamérica se presenta una baja inversión en I+D, el número de doctores y generación de nuevo conocimiento es bajo y las patentes, como un indicador de transferencia tecnológica, muestra que la región está rezagada en la generación de vínculos más productivos con la economía.

### 3.5 Conclusiones del capítulo

La teoría de los recursos y las capacidades muestra que las organizaciones tienen ventajas competitivas fundadas en la configuración de sus factores productivos. En el caso de las universidades, los recursos son humanos, institucionales, culturales, financieros y comerciales y su gerenciamiento es la clave para evaluar los procesos de transferencia tecnológica universitaria.

Con respecto a los recursos humanos, el número de profesores-investigadores de tiempo completo aparece como el principal recurso. En el caso de los recursos institucionales, las redes y vínculos creados con los empresarios, los incentivos a la creación de empresa y la cultura empresarial son los factores relevantes. Por otro lado, en el caso de los recursos financieros, la financiación gubernamental a la ciencia y la tecnología y el apoyo de la industria son los factores fundamentales. Por último, en el caso de los recursos comerciales se destaca el número de incubadoras universitarias y la cartera tecnológica.

En suma, es posible analizar las potencialidades que tiene cada universidad para emprender procesos de transferencia tecnológica a partir de los recursos con los que cuenta. El desafío entonces es medir estos recursos y elegir un indicador de transferencia para evaluar el proceso.



## **CAPITULO 4. Metodología de la investigación**

### **4.1 Introducción**

Es importante definir un proceso sistemático para realizar una investigación con el fin de tener un rigor científico en el acercamiento a un problema. La riqueza de toda investigación es que permite generar conocimiento, ayuda a entender o predecir fenómenos, establece nuevas teorías y puede modificar las existentes. No obstante, para que este proceso sea validado por la comunidad científica, es importante aclarar todos los pasos y procedimientos que se siguieron para alcanzar unos objetivos y dar respuesta a una hipótesis (Martinez, Briones, & Cortes, 2013).

La investigación orienta al investigador en su forma de razonar, la forma en que interpreta la realidad y ordena su accionar para extraer conclusiones. En el presente caso, el objetivo del estudio se centra en identificar los determinantes de éxito del proceso de transferencia tecnológica universitaria y para ello se realizará una aproximación empírica al problema. La literatura señala que existen varias formas de aproximarse a un fenómeno donde intervienen múltiples variables y relaciones de dependencia.

A partir de las diversas propuestas que existen, el presente trabajo se aborda desde la técnica estadística de los modelos de ecuaciones estructurales (SEM), la cual se enfoca en la predicción. Para validar las estimaciones de los modelos SEM, es necesario seguir unos pasos cuidados en la construcción de los modelos y la verificación de resultados. Estos procedimientos son presentados en el presente capítulo y son dejados al lector para que evalúe la validez de los resultados de los modelos estimados, los cuales son el principal aporte del trabajo.

El presente capítulo está estructurado de la siguiente forma. La sección 4.2 presenta el enfoque metodológico. La sección 4.3 aborda el estudio de caso. La sección 4.4 presenta lo relacionado con las técnicas multivariantes. La sección 4.5 muestra los modelos de ecuaciones estructurales (SEM). La sección 4.6 muestra la potencia estadística del modelo. La sección 4.7 presenta el paquete estadístico utilizado. Por último, la sección 4.8 presenta las conclusiones del capítulo.

## 4.2 Enfoque metodológico

Según la literatura, existen diferentes aproximaciones desde las ciencias sociales a partir de las cuales el investigador interpreta el mundo. Este trabajo de investigación se posiciona desde un paradigma post-positivista. Para este paradigma, la realidad puede ser fragmentada y puede entenderse desde la comprensión de cada una de sus partes. Para ello, postula que el conocimiento puede ser derivado de la experiencia, la observación y la cuantificación de las variables que intervienen en los fenómenos (Creswell, 2014; Mertens, 2010; Guba & Lincoln, 1994).

Es importante mencionar que el post-positivismo toma como premisa que la realidad existe pero no es completamente aprehendida. Lo anterior se debe a que existen imperfecciones de los mecanismos intelectuales y perceptivos del ser humano, lo que se convierte en una limitante para poder contemplar todas las variables que pueden estar presentes en un fenómeno (Flores, 2004).

Para Hernández et al. (2010) el investigador dentro del paradigma post-positivista debe estar conciente de que sus valores o tendencias y las teorías en que se fundamenta pueden influir en su investigación. Por esto no pueden existir generalizaciones dado que las hipótesis de trabajo son limitadas a un espacio y tiempo particular, lo cual hace que el contexto juegue un papel relevante. Para Ramos (2015), en el post-positivismo siempre existirá un nivel de error en la medición del fenómeno, por tal razón los hallazgos deben comprobarse con fundamentos teóricos que lo respalden, y sus resultados son considerados como probablemente verdaderos.

Existen metodologías cualitativas o cuantitativas para el desarrollo de las investigaciones científicas (ver Tabla 14). A través de los métodos cuantitativos el investigador realiza un análisis deductivo y busca contrastar teorías existentes. Para ello es necesario contar con una muestra representativa de la población o el fenómeno objeto de estudio. Por otra parte, están los métodos cualitativos que buscan construir o generar una teoría a partir de unas proposiciones extraídas de un cuerpo teórico. Este último, sirve de punto de partida y, por tal razón, no es necesario obtener una muestra representativa, sino una muestra teórica conformada por uno o más casos.

Tabla 14. Metodologías para el desarrollo de investigaciones

Método	Objetivo	Método científico utilizado	Muestra
Cuantitativo	Verificar una teoría existente. Determinar cuánto o con qué frecuencia ocurre un determinado suceso.	Deductivo	Muestra Representativa
Cualitativo	Contribuir a construir o generar teorías. Comprender el proceso por el cual tienen lugar ciertos fenómenos.	Inductivo	Muestra teórica

Fuente: Elaboración propia

El post-positivismo es entonces uno de los paradigmas que guía la investigación cuantitativa, la cual tiene como objetivo explicar el fenómeno estudiado, con el fin de predecirlo y controlarlo (Guba & Lincoln, 1994). La investigación cuantitativa tiene como método la recopilación de datos para poder comprobar las hipótesis planteadas mediante el uso y aplicación de métodos estadísticos que permitan al investigador definir patrones de comportamiento y corroborar diferentes fundamentos teóricos que explicarían dichos patrones (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010)

Es posible afirmar que dado que la investigación cuantitativa tiene un alto alcance explicativo y predictivo, así como una postura rigurosa para tener en cuenta el error propio de la inferencia, tiene una mayor aplicación en los fenómenos donde pueden cuantificarse las magnitudes y las variables del problema (Cuenya & Ruetti, 2010).

Los diseños de investigación cuantitativa de nivel experimental se dividen en exploratorio, descriptivo y correlacional. Los diseños exploratorios buscan profundizar en fenómenos poco o nada tratados (Field, 2009). El diseño descriptivo busca caracterizar, describir e identificar aspectos propios de cada una de las variables abordadas (Arguedas, 2009). Por su parte, el diseño correlacional estudia las diferentes relaciones que puedan presentarse entre las variables, y requiere el planteamiento de hipótesis que permitan aseverar los supuestos estipulados (Guba & Lincoln, 1994). Esta investigación, en particular, está basada en un análisis exploratorio y correlacional debido a que la transferencia tecnológica es un tema poco explorado pero en el cual pueden medirse las variables involucradas en el problema.

### 4.3 Estudio de caso

El estudio de casos es una técnica cualitativa que busca una nueva forma de enfocar y entender la realidad, y de esta manera proponer o aportar nuevos desarrollos conceptuales. Algunos autores consideran el estudio de caso como un método suave de investigación, pero a su vez es considerado el más difícil de hacer (Yin, 1989).

Una de las ventajas del estudio de caso es que permite captar la diversidad y la variación existente de una determinada población. El realizar un muestreo teórico permite seleccionar aquellos casos que son relevantes para valorar una teoría existente o en desarrollo.

Para Yin (1989), el estudio de caso más que una generalización estadística (de la muestra al universo), es una generalización analítica (uso de los casos para representar o generalizar una teoría). De esta manera podrían extenderse los resultados a otros casos que presenten condiciones teóricas similares. Autores como Maxwell (1998), prefieren hablar de transferibilidad de una teoría a otros casos más que de una generalización.

Sobre la aplicación de los estudios de casos, Yin (1989) considera que es apropiado aplicarlo en situaciones que tienen las siguientes características:

- Es un fenómeno contemporáneo en un contexto real.
- Las fronteras entre el fenómeno y el contexto no son fácilmente evidentes.
- Requiere el uso de múltiples fuentes de datos o evidencias.
- Puede basarse en un caso único o múltiples casos.

Por su parte, Eisenhardt (1989) considera un estudio de caso como una estrategia de investigación que busca comprender las dinámicas presentes en unos contextos particulares con el objetivo de describir, verificar o generar una teoría. Para Huerta (2005), por su lado, el estudio de caso es la explicación a un fenómeno, a una situación particular, aplicado a lo explícito que se quiere abordar.

De acuerdo con Bonache (1999), una de las fortalezas de los estudios de casos es que hacen una amplia descripción de por qué, cómo y cuándo se presenta un fenómeno, y se centran en las causas que lo ocasionan. Para Chetty (1996) el estudio de caso permite

también abordar fenómenos desde diferentes perspectivas y no basados en la influencia de una sola variable, además permite profundizar y obtener un conocimiento más amplio del fenómeno.

Según Eisenhardt (1991), el número de casos para abordar un fenómeno depende del conocimiento existente, del tema y de la información que se pueda obtener a través de la incorporación de estudios de casos adicionales. En particular, el uso de casos múltiples permite crear teoría, la replicación y extensión entre casos individuales.

Autores como Perry (1998) y Patton (1990) afirman que no existe una guía, una regla o un rango que especifique el número de casos que deben ser incluidos en un estudio de caso, por tal razón es una decisión propia del investigador. Por otra parte, autores como Eisenhardt (1989), sugieren que con un rango entre cuatro y diez casos se trabaja bien, con un número inferior consideran que es difícil generar teoría.

#### **4.4 Técnica multivariante**

Dada la complejidad de los fenómenos estudiados en la Ciencias Sociales, las técnicas multivariantes han comenzado a ocupar un lugar destacado porque permiten obtener información que los métodos uni y bivariantes son incapaces de conseguir.

De acuerdo a Uriel y Aldás (2005), elegir la técnica estadística adecuada es función directa del tipo de problema a abordar. Como paso inicial, se puede usar la propuesta de Dillon y Goldstein (1984) quienes proponen responder a tres preguntas básicas que marcarían el derrotero a seguir para la elección de la técnica adecuada. Las preguntas son:

- ¿La investigación responde a un problema de dependencia o interdependencia entre las variables objeto de estudio?
- ¿Las escalas de las variables objeto de estudio son métricas o no métricas?
- Si el problema es de dependencia, ¿cuántas variables dependientes existen?

Es importante anotar que en problemas de dependencia, las técnicas multivariadas que se aplican tiene como objetivo la predicción a partir de ciertas relaciones establecidas. Por otra

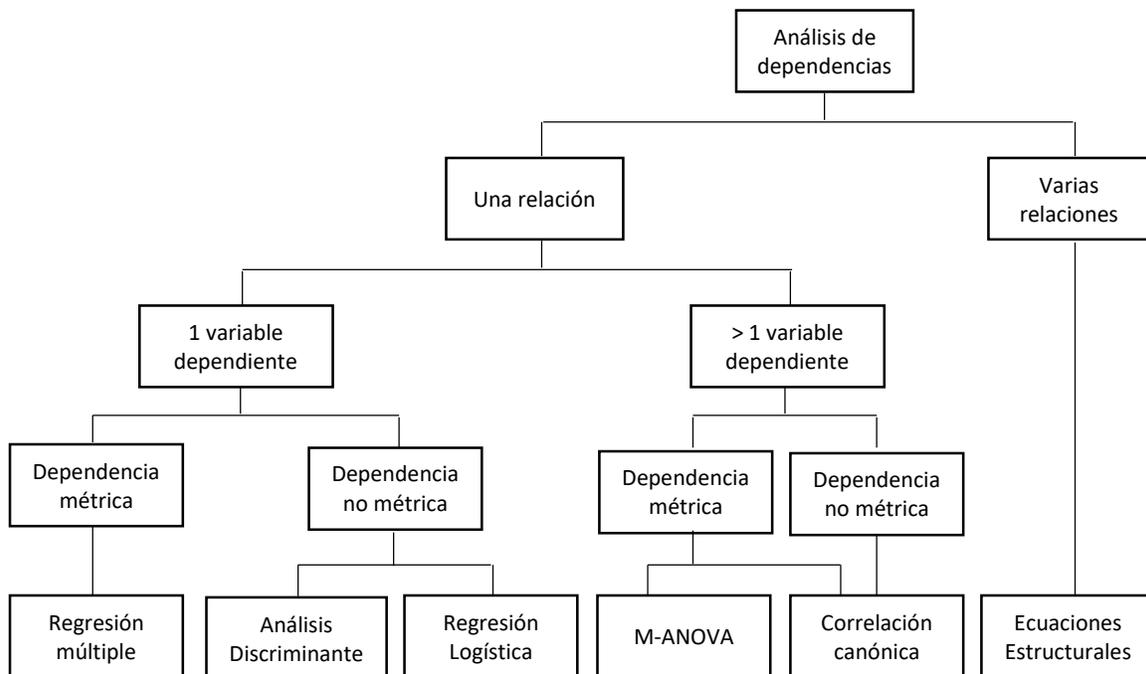
parte, en problemas de interdependencia, el objetivo es mostrar la organización y conexión de los datos para lograr un mejor entendimiento (Kendall, 1975).

Esta tesis propone modelos de análisis que establecen relaciones de dependencia entre las variables analizadas. El objetivo es determinar si el conjunto de variables independientes propuestas afecta al conjunto de variables dependientes y de qué manera y con qué fuerza lo hacen.

Por tal razón, se identifican primero las variables dependientes e independientes que hacen parte del modelo y se realiza el correspondiente análisis de predictibilidad. Es decir, los modelos propuestos se enmarcan en relaciones de dependencia entre las variables.

De acuerdo a Uriel y Aldás (2005), las técnicas adecuadas a seguir en modelos de dependencia se presentan en la siguiente gráfica. Según se observa, la elección depende de la cantidad de relaciones entre las variables, el número de variables dependientes y la escala de medición utilizada:

Figura 6. Técnicas de análisis multivariante.



Fuente: elaboración propia adaptado de Uriel y Aldás (2005).

El problema a tratar en esta tesis se enfoca a modelos de dependencia con varias relaciones, entre ellas las escalas métricas y no métricas. Por este motivo, la técnica más adecuada para la presente investigación es la de modelos de ecuaciones estructurales.

#### **4.5 Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM)**

Dentro del análisis multivariante, las metodologías causales han tomado gran relevancia entre los investigadores dado que permiten analizar redes complejas entre varias dimensiones. En particular, cuando estos últimos se han medido a través de variables múltiples. Además, los modelos SEM tienen otros beneficios como el mejor aprovechamiento de los datos que las técnicas de primera generación, como la regresión múltiple, la ANOVA, la correlación canónica entre otras, no pueden ofrecer (Barclay, Higgins, & Thompson, 1995).

Dada la necesidad de comprender relaciones más complejas que surgen en las líneas de investigación de las diferentes disciplinas de las ciencias sociales, es necesario aplicar métodos de análisis multivariante para datos sofisticados. En este escenario, el empleo del análisis multivariante posibilita el uso de métodos estadísticos que analizan simultáneamente múltiples variables. Es por ello que los métodos multivariantes son idóneos si el objetivo es confirmar teorías establecidas a priori (estudios confirmatorios), así como para identificar patrones y relaciones a partir de los datos (estudios exploratorios) en fenómenos donde intervienen múltiples variables (Hair, y otros, 2017).

En la elaboración de estudios científicos, un paso inicial es determinar primero qué variables independientes son predictoras estadísticamente significativas de las variables dependientes (enfoque confirmatorio). Luego, se busca determinar qué variables independientes son, en términos relativos, las mejores predictoras de las variables dependientes (análisis exploratorio).

Las técnicas de primera generación (análisis clúster, factorial, de la varianza; regresión logística y múltiple, entre otros) han sido utilizadas de forma amplia por los investigadores en ciencias sociales. No obstante, en los últimos 20 años, los investigadores han comenzado a enfocarse en las técnicas de segunda generación con el fin de superar muchos de las debilidades que presentan los métodos de primera generación (Hair, y otros,

2017). Estos métodos denominados como modelización de ecuaciones estructurales (structural equation modeling – SEM), permiten incorporar variables no observables (dimensiones o constructos) que son medidos indirectamente por medio de variables observables o indicadores. En este caso, es importante señalar que una de las ventajas de las técnicas SEM es que combinan la regresión múltiple con el análisis factorial, y de esta manera se estiman las relaciones de dependencia interrelacionadas simultáneamente.

En ocasiones los fenómenos a medir son abstractos, complejos y no directamente observables. En dicho caso, se habla de variables latentes (no observables), dimensiones o constructos, los cuales son medidos a través de indicadores que sirven como variables proxy (aproximaciones) e incorporan un error de medición. A menudo los investigadores usan varios ítems formando una escala multi-ítem, que permite medir de forma indirecta un concepto. El hecho de usar diversas variables para medir un concepto abstracto es intentar que la medida sea más precisa, es decir, intentar reducir el error de medida, el cual se define como la diferencia entre el valor real de una variable y el valor obtenido por medio de una medida (Hair, Sarstedt, Hopkins, & Kuppelwieser, 2014).

Existen diferentes fuentes que ocasionan el error de medida, las cuales pueden venir de preguntas mal formuladas o poco claras en los cuestionarios, mala comprensión de las preguntas o de su escala, incorrecta aplicación del método estadístico. Por tal motivo, uno de los objetivos al utilizar el método de SEM es intentar reducir el error de medida tanto como sea posible.

En un modelo estructural existen diferentes tipos de variables de acuerdo al papel desempeñado y de acuerdo a su medición:

- Variable observable o indicador: Es aquella que miden al sujeto. Se relaciona con las preguntas de una encuesta.
- Variable latente o constructo: Es la característica que se quiere medir pero no se puede observar y es libre de error de medición. Un ejemplo de este tipo de variables es la dimensión en una encuesta.
- Variable error: Representa los errores de medida de una variable, así como del conjunto de variables que no se tuvieron en cuenta en el modelo y que afecten la

medición de una variable observable. El error que se asocia a una variable dependiente indica el error de predicción.

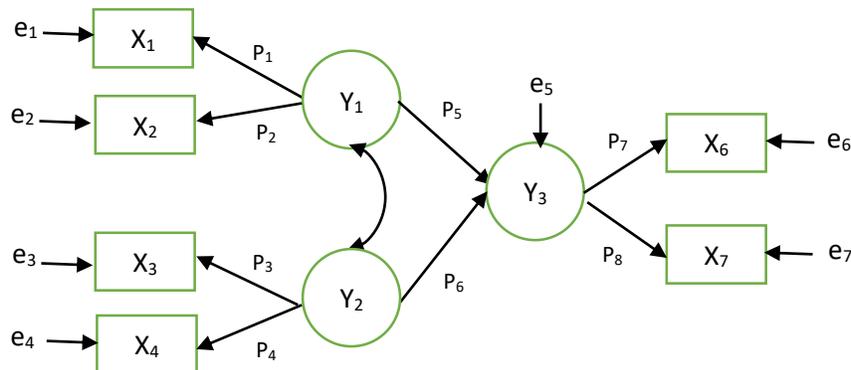
- Variable endógena: Es la variable que recibe el efecto de otra variable. Son consideradas las variables dependientes del modelo. Toda variable endógena siempre es acompañada de un error.
- Variable exógena: Es la variable que explica o afecta a otra variable, y no es explicada por ninguna otra variable. Son consideradas las variables independientes del modelo.

La forma de representar un modelo y sus correspondientes relaciones, es a través de diagrama causal o estructural. Estos diagramas siguen unas convenciones predefinidas, las cuales se presentan a continuación:

- Variables observables son representadas por rectángulos.
- Variables latentes se representan por óvalos o círculos.
- Los errores de medición o predicción no utilizan círculos ni rectángulos.
- Las relaciones bidireccionales (correlaciones y covarianzas) se representan mediante una línea con flechas en cada extremo.
- Los efectos estructurales se representan con una flecha que va desde la variable independiente a la variable dependiente.
- Los parámetros se encuentran representados sobre la flecha al cual corresponden.
- Las variables que tengan efecto de otras variables deben incluir el error.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de un diagrama causal de un modelo SEM:

Figura 7. Ejemplo de un modelo SEM



De acuerdo a la figura presentada, las variables latentes se encuentran representadas por  $Y_1$ ,  $Y_2$  y  $Y_3$ . En este caso  $Y_3$  es también una variable endógena o dependiente. Los indicadores o variables observables, se encuentran representados con  $X_i$  con  $i=1, \dots, 7$ . Los términos de error están etiquetados con  $e_i$  con  $i=1, \dots, 7$ .

Las relaciones entre las mismas variables latentes, así como las relaciones con sus indicadores están representadas con flechas unidireccionales, y por último, los parámetros están definidos con  $P_i$  con  $i=1, \dots, 7$ .

#### **4.5.1 El método de mínimos cuadrados parciales (PLS) para SEM**

El PLS-SEM es una técnica basada en la regresión OLS (ordinary least squares / mínimos cuadrados ordinarios) la cual determina sus propiedades estadísticas. El método se centra en la predicción de un conjunto específico de relaciones hipotetizadas que maximiza la varianza explicada en las variables dependientes (Hair, y otros, 2017).

El PLS-SEM se enfoca más sobre la predicción que sobre la explicación, lo que hace que ésta técnica sea particularmente utilizada en estudios asociados a las fuentes de ventaja competitiva y determinantes del éxito en un fenómeno (Hair, Ringle, & Sarstedt, 2011).

Es importante destacar, que si bien PLS-SEM es un enfoque basado en regresiones, su naturaleza tiene un carácter no paramétrico, es decir, no hace ninguna suposición con respecto a la distribución de los datos. Esta propiedad tiene importantes implicaciones para testear la significación de los coeficientes del modelo dado que no asume una distribución específica (Hair, y otros, 2017).

Una de las características más importantes de PLS-SEM es la relacionada con la naturaleza de las puntuaciones de las dimensiones, dado que el algoritmo de PLS-SEM trata estas puntuaciones como sustitutos perfectos de los indicadores. Es decir, utiliza toda la varianza de cada uno de los indicadores lo cual puede ayudar a explicar las variables endógenas. De esta manera, el método PLS-SEM evita el problema de indeterminación del factor

(dificultad para estimar puntuaciones de los factores) y logra hacer estimaciones más precisas de las puntuaciones de los factores (Sarstedt, Ringle, Henseler, & Hair, 2014).

De acuerdo a Hair, Ringle y Sarstedt (2011) se debe utilizar PLS-SEM cuando se presenten algunos de los siguientes aspectos:

- El objetivo de la investigación es la predicción de los constructos objetivos claves o identificar constructos determinantes claves.
- Existan constructos medidos formativamente en el modelo estructural.
- El modelo estructural es complejo; muchas dimensiones y muchos indicadores.
- El tamaño de la muestra es pequeño debido a que la población es pequeña, y/o los datos sigan una distribución no normal, adicionalmente los datos pueden utilizar diferentes escalas de medida.
- Se planifique usar las puntuaciones de las variables latentes en subsiguientes análisis.

Según Hair et al. (2014), PLS no requiere utilizar una distribución normal o conocida, dado que PLS produce el mejor conjunto de ponderaciones predictivas. Dado que el procedimiento se basa en el método de mínimos cuadrados, proporciona estimaciones no sesgadas con variaciones mínimas alrededor de las estimaciones. Cuando el promedio de muchas estimaciones de un valor particular está cerca del valor verdadero del parámetro, se dice que la estimación no es sesgada. Por lo tanto, si un parámetro se estima muchas veces mediante un método de mínimos cuadrados, la media de las estimaciones estará cerca del parámetro real y, por lo tanto, no será sesgada. El tamaño de la varianza de las estimaciones, es decir, la varianza de la distribución de muestreo aleatorio de las estimaciones de los parámetros, será menor cuando se utilicen métodos de mínimos cuadrados y siempre proporcionarán la mejor aproximación lineal al valor real del parámetro.

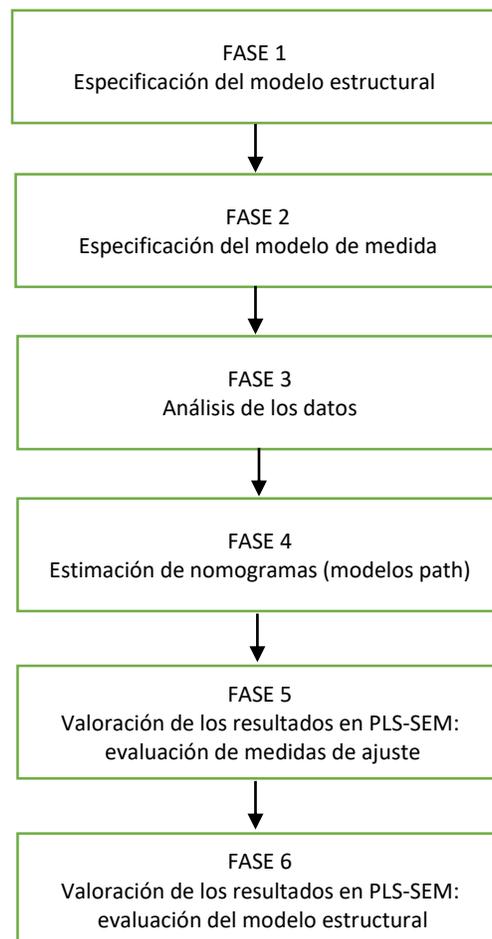
Otra de las características principales del PLS-SEM es que admite constructos medidos tanto con uno como con varios ítems (Hair, y otros, 2017). De acuerdo a las directrices establecidas por Diamantopoulos et al. (2012), las medidas de un solo ítem se deben considerar en situaciones donde la muestra sea pequeña, menor a 50.

También es importante indicar que en la literatura académica es posible encontrar varios modelos planteados que incorporan un indicador medido por un solo constructo del modelo, tal como se evidencia en Chang et al. (2009), Jairo (2009) y Titman y Wessels (1998), entre otros.

#### 4.5.2 Proceso sistemático para aplicar PLS-SEM.

El proceso para validar los modelos planteados en este trabajo sigue la metodología propuesta por Hair et al. (2017), la cual se presenta en el siguiente gráfico:

*Figura 8. Metodología de aplicación PLS-SEM*



Fuente: Elaboración propia adaptado de (Hair, y otros, 2017)

De acuerdo a las fases presentadas, la metodología PLS-SEM postula que la primera fase consiste en plantear el modelo estructural. Esto permite ver cómo se vinculan las diferentes

variables latentes unas con otras (dimensiones y sus relaciones) de acuerdo a la fundamentación teórica realizada y al conocimiento acumulado obtenido sobre la temática investigada.

Luego, en la fase 2, se determina cómo se miden las variables latentes, los cuales se pueden medir de forma reflectiva o formativa. Si la causalidad va desde las variables indicadoras a cierta dimensión se hablará de un modelo de medida formativo, pero si la dirección de la causalidad va desde la dimensión a las variables indicadoras será un modelo de medida reflectivo.

Después, en la fase 3 se realiza el análisis de los datos. En esta se toman las decisiones sobre el modo de tratar los datos perdidos si llegasen a existir y estuvieran dentro de los límites razonables (menos del 5% por indicador). El tratamiento de los datos perdidos puede realizarse por diferentes opciones, ya sea por el reemplazo por la media, algoritmo de maximización de la expectativa, o el enfoque del vecino más cercano. En el presente caso la decisión fue utilizar el reemplazo por la media.

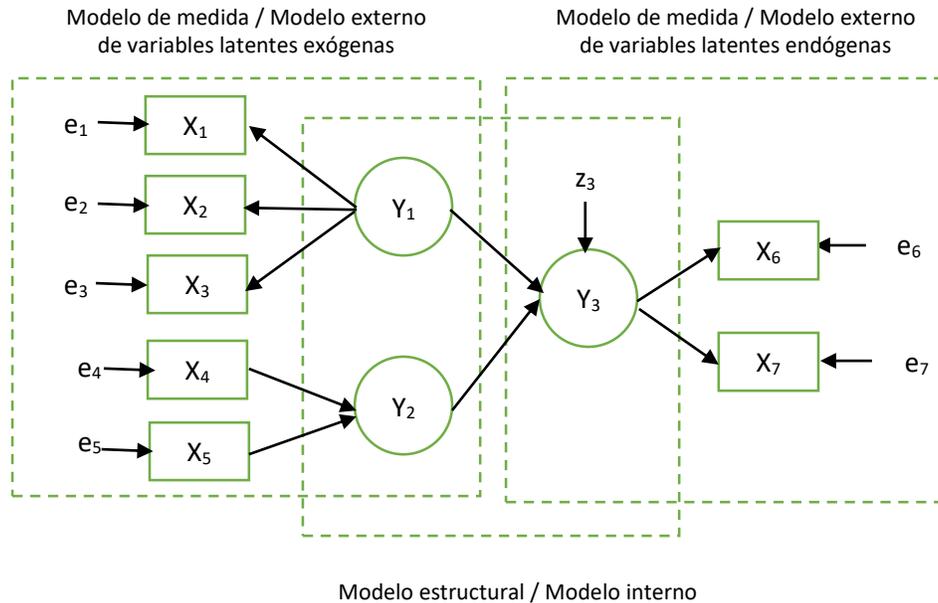
Es importante anotar que el uso de PLS-SEM tiene dos ventajas muy importantes con respecto a las características de los datos, que es lo concerniente a la distribución y a las escalas. Las propiedades estadísticas de PLS-SEM confieren estimaciones muy robustas del modelo, tanto para datos con distribuciones normales como para aquellas extremadamente no normales, con alta asimetría o curtosis (Reinartz, Haenlein, & Henseler, 2009).

Normalmente el algoritmo PLS-SEM requiere datos métricos procedentes de escalas ratio o de intervalo para los indicadores del modelo de medida. El método también funciona bien con escalas ordinales y con datos de codificación binaria. Con respecto a estos últimos, el uso de datos binarios es una buena forma de incluir variables de control categóricas o moderadoras en los modelos PLS-SEM. Es importante tener en cuenta además que una variable categórica o moderadora no debe emplearse como variable dependiente final.

En la fase 4, se procede a la realización de los nomogramas (modelos path), los cuales son diagramas que representan visualmente las hipótesis y las relaciones entre variables

cuando se aplica SEM (Hair, Ringle, & Sarstedt, 2011). Un ejemplo de nomograma, es el siguiente:

Figura 9. Nomograma (modelo path)



Fuente: Elaboración propia

Las dimensiones (variables que no se miden directamente) se representan por círculos ( $Y_1$ ,  $Y_2$  y  $Y_3$ ). Los indicadores, llamados también ítems o variables manifiestas, se miden por variables proxy que contienen los datos en bruto, y se representan en el nomograma como rectángulos ( $X_1$  a  $X_7$ ). Las relaciones entre dimensiones, además de las existentes entre ellas y sus indicadores, se representan con flechas unidireccionales.

Los términos de error ( $e_1$ ,  $e_2$ ,  $e_3$ ,  $e_6$  y  $e_7$ ) están conectados a cada ítem. Los términos de error representan la varianza no explicada cuando se estiman los nomogramas. Los indicadores medidos formativamente no presentan términos de error. El modelo estructural también contiene términos de error, para el caso de la gráfica anterior es  $Z_3$ , que esta presente en una variable latente endógena. Por otra parte, las variables latentes exógenas que sólo explican otras variables latentes en el modelo estructural no presentan términos de error.

El algoritmo PLS-SEM estima todos los parámetros desconocidos del nomograma PLS, y dependiendo de si los constructos están modelados como medidas formativas o reflectivas,

se encontrarán los pesos o las cargas externas y las relaciones entre las variables latentes (coeficientes path) en el modelo estructural. De esta manera, en una primera etapa se estiman las puntuaciones de los constructos, y después se obtendrán los valores  $R^2$  resultantes de las variables latentes endógenas. El objetivo del algoritmo PLS-SEM es maximizar los valores de  $R^2$  de las variables latentes endógenas y, por lo tanto su predicción.

En la fase 5, se procede a la valoración de los modelos de medida y en la fase 6, la valoración del modelo estructural. Para ello se debe hacer una evaluación sistemática de los resultados arrojados basados en diferentes criterios. Para esto se utilizan estadísticos de bondad de ajuste y de parsimonia del modelo, los cuales permiten determinar si este es confiable o no, y se presentan en la siguiente tabla:

*Tabla 15. Evaluación sistemática de resultados*

<b>Fase 5: Evaluación de modelos de medida</b>
Modelos de medida reflectivos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consistencia interna (fiabilidad compuesta)</li> <li>• Validez convergente (fiabilidad del indicador, varianza extraída media)</li> <li>• Validez discriminante</li> </ul>
<b>Fase 6: Evaluación del modelo estructural</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colinealidad</li> <li>• Coeficientes de determinación (<math>R^2</math>)</li> <li>• Magnitud y significación de los coeficientes path</li> <li>• Relevancia predictiva (<math>Q^2</math>)</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia basado en (Hair, y otros, 2017)

La valoración del modelo en PLS-SEM se fundamenta principalmente en criterios no paramétricos basados en procesos de bootstrapping y blindfolding. El proceso de evaluación se inicia valorando la calidad de los modelos de medida reflectivos y formativos, si los criterios de medida de los constructos son aceptables, se pasa a la valoración de los resultados del modelo estructural. Las estimaciones de los coeficientes path deben ser relevantes y estadísticamente significativas. Asimismo, las dimensiones endógenas en el modelo estructural deben alcanzar valores deseables de varianza explicada ( $R^2$ ).

### **4.5.3 Estadísticos de bondad de ajuste**

De acuerdo con Hair et al. (2017), en el presente trabajo serán utilizados los siguientes estadísticos de ajuste antes de interpretar los resultados de cada modelo estimado.

### **i. Fiabilidad de consistencia interna**

Como es habitual, el primer criterio para evaluar un modelo es su fiabilidad compuesta, la cual tiene en cuenta los diferentes valores de las cargas externas de las variables indicador. La fiabilidad compuesta oscila entre 0 y 1, de tal modo que en cuanto mayor sea el valor, mayor nivel de fiabilidad se alcanza. Valores de fiabilidad entre 0,60 y 0,70 se consideran aceptables en investigación exploratoria, mientras que en fases más avanzadas de investigación, valores entre 0,70 y 0,95 pueden considerarse satisfactorios. Valores de fiabilidad compuesta por debajo de 0,60 indican falta de fiabilidad de consistencia interna (Hair, y otros, 2017; Nunnally & Bernstein, 1994; Bagozzi & Yi, 1988).

### **ii. Validez convergente**

Este estadístico mide el grado en el que una medida se correlaciona positivamente con medidas alternativas del mismo constructo. Para ello emplea el modelo de muestreo del dominio, y los indicadores de un constructo reflectivo son tratados como enfoques diferentes (alternativos) para medir el mismo constructo. Por tal razón, los indicadores de un constructo reflectivo deben compartir una alta proporción de la varianza. Para evaluar la validez convergente de un constructo reflectivo, se analizan las cargas externas de los indicadores y la varianza extraída media (AVE).

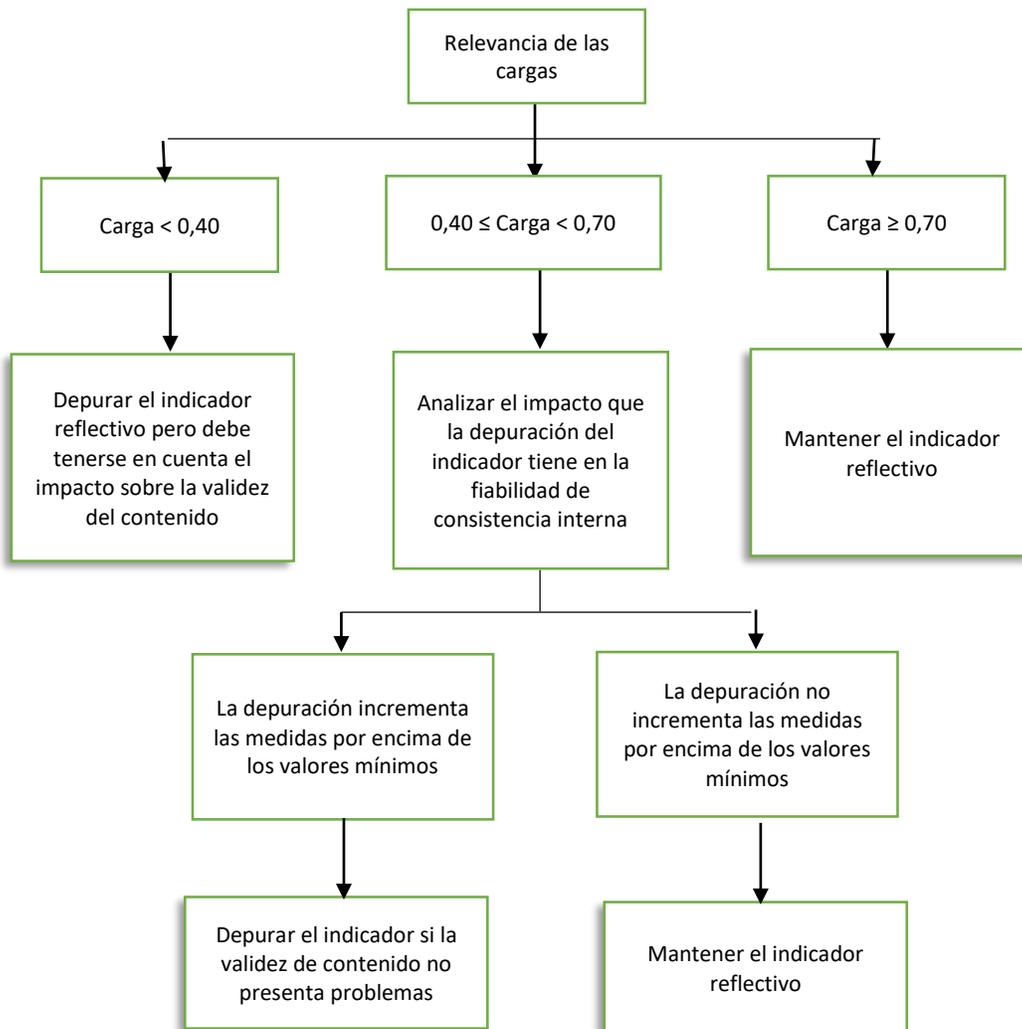
Según Fornell y Larcker (1981), cargas externas altas en un constructo señalan que los indicadores incorporados tienen mucho en común, lo cual es asimilado por el constructo. El tamaño de la carga externa se conoce como fiabilidad del indicador. Como mínimo, las cargas externas de todos los indicadores deben ser estadísticamente significativas. Dado que una carga externa significativa podría ser aún bastante débil, una regla práctica es que la carga externa estandarizada debe ser igual o mayor que 0,708. Como regla práctica se tiene que una variable debe explicar al menos el 50% de la varianza de cada indicador, lo cual implica que la varianza compartida entre el constructo y su indicador es mayor que la varianza debida al error de medida. Esto supone entonces que la carga externa de un indicador debe estar por encima de 0,708 dado que este número al cuadrado equivale a 0,50.

En ciencias sociales, es normal que se encuentren cargas débiles (menores que 0,70), en casos donde las escalas son poco desarrolladas o nuevas (Hulland, 1999). No obstante,

según Hair et al. (2017) antes de eliminar aquellos indicadores cuyas cargas estén por debajo de 0,70 se debe valorar cuidadosamente los efectos que la depuración del ítem tenga en la fiabilidad compuesta así como en la validez de contenido del constructo. En general, aquellos indicadores con cargas entre 0,40 y 0,70 son candidatos a ser eliminados de la escala sólo en caso de que la depuración tenga un incremento o mejora de la fiabilidad compuesta o de la varianza extraída media (AVE).

Otro aspecto a considerar en la decisión de depurar un indicador, es tener en cuenta en qué medida esto afecta a la validez del contenido. Los indicadores con cargas externas débiles, en ocasiones, se mantienen en función de la aportación a la validez del contenido. Indicadores con valores muy bajos (por debajo de 0,40) deben eliminarse siempre del constructo (Hair, Ringle, & Sarstedt, 2011). La siguiente figura refleja las recomendaciones con relación a la depuración de indicadores en función de las cargas externas.

Figura 10. Medida de la relevancia de las cargas externas



Fuente: Elaboración propia adaptado de (Hair, y otros, 2017)

Una medida para determinar la validez convergente a nivel de constructo es la varianza extraída media (AVE). Este criterio se define como el valor medio total de las cargas al cuadrado (comunalidad) de los indicadores pertenecientes a un determinado constructo (la suma de las cargas al cuadrado divididas por el número de indicadores).

Al igual que los indicadores, un AVE de 0,50 o más, indica que el constructo explica más de la mitad de la varianza de sus indicadores. Un AVE de menos de 0,50 expresa que existe más varianza en los errores de los ítems que en la varianza explicada por el constructo.

### iii. Validez discriminante

Este estadístico indica el grado que un constructo es verdaderamente distinto de los otros constructos siguiendo los estándares empíricos. La existencia de validez discriminante implica que un constructo es único y captura fenómenos no representados por otros constructos del modelo. Este criterio normalmente ha sido medido mediante el uso de dos métodos. El primero se conoce como las cargas cruzadas, la cual parte de la premisa que la carga externa de un indicador sobre su constructo debe ser superior que cualquiera de sus cargas cruzadas sobre los otros constructos, de lo contrario habría un problema de validez discriminante.

El otro método para determinar la validez discriminante es el criterio de Fornell y Larcker, el cual compara la raíz cuadrada de AVE con las correlaciones de las variables latentes. Se debe valorar si la raíz cuadrada de los AVE de cada constructo es mayor que sus correlaciones más altas con cualquiera de los otros constructos.

En suma, en la Tabla 16 se presentan los estadísticos que serán utilizados para validar los modelos estimados.

*Tabla 16. Parámetros para la evaluación de los modelos de medida*

Elemento a valorar	Parámetro	Criterio de valor (mayor o igual a)	Justificación
Fiabilidad individual	Cargas ( $\lambda$ )	0,4	(Hair, Sarstedt, Hopkins, & Kuppelwieser, 2014)
Validez convergente	Varianza extraída media (AVE)	0,5	(Fornell & Larcker, 1981)
Fiabilidad compuesta	Alfa de Cronbach	0,6	(Hair, y otros, 2017; Nunnally & Bernstein, 1994).
	Fiabilidad Compuesta	0,6	(Hair, y otros, 2017; Nunnally & Bernstein, 1994; Bagozzi & Yi, 1988).
Validez discriminante	Criterio de Fornell – Larcker: Compara la raíz cuadradas de los valores AVE con las correlaciones de las variables latentes	No tiene valor establecido	(Hair, Ringle, & Sarstedt, 2011; Fornell & Larcker, 1981)

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6 Potencia estadística

Para el presente trabajo se tuvieron en cuenta los parámetros dada la significación de las dimensiones del modelo estructural y la complejidad del nomograma de PLS.

A continuación, se presenta la tabla que contempla una potencia estadística del 80% con valores de muestra necesario para detectar valores de  $R^2$  mínimos de 0,10; 0,25; 0,50 y 0,75 en cualquiera de los constructos endógenos del modelo estructural para niveles de significación del 1%, 5% y 10%. Estos valores se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17. Recomendaciones de muestra en PLS-SEM para una potencia estadística del 80%

Número máximo de flechas hacia un determinado constructo (número de variables independientes)	Nivel de significación											
	10%				5%				1%			
	Valor mínimo de $R^2$				Valor mínimo de $R^2$				Valor mínimo de $R^2$			
	0,10	0,25	0,50	0,75	0,10	0,25	0,50	0,75	0,10	0,25	0,50	0,75
2	72	26	11	7	90	33	14	8	130	47	19	10
3	83	30	13	8	103	37	16	9	145	53	22	12
4	92	34	15	9	113	41	18	11	158	58	24	14

Fuente: elaboración propia a partir de (Hair, y otros, 2017, pág. 52)

#### 4.7 Paquete estadístico utilizado

Para el desarrollo de la Tesis, los programas estadísticos utilizados para calcular las estadísticas descriptivas fueron el Xlstat versión 2016 y el Tanagra 1.4.

Por su parte, en lo correspondiente a las estimaciones de los Modelos de Ecuaciones Estructurales (MEE / SEM), basado en Mínimos Cuadrados Parciales (MCP / PLS), la herramienta utilizada fue el programa estadístico SmartPls v3.2.8.

Este software utiliza el proceso de bootstrapping para testear la significación de los coeficientes y, por otra parte, utiliza el proceso de blindfolding para establecer la relevancia predictiva del modelo.

#### 4.8 Conclusiones del capítulo

Este estudio adopta un enfoque post-positivista, y se basa en una estrategia cuantitativa. Es asumido que este es el método más acorde al problema de la transferencia tecnológica en el cual existen unos recursos que pueden ser medidos o cuantificados conforme algunas variables que señala la literatura.

Dada la complejidad de la situación a estudiar, se presentaron las bondades de las técnicas multivariantes y, en especial, del método de mínimos cuadrados parciales para ecuaciones estructurales. Entre sus principales fortalezas, este método permite el manejo de tamaño de muestras pequeñas, el uso de datos con distribuciones no paramétricas y el estudio de problemas de tipo predictivo. De acuerdo con la estratégica metodológica presentada, cada modelo debe cumplir con unos estadísticos de ajuste, los cuales serán verificados a medida que cada modelo sea estimado.



## **CAPITULO 5. Modelo propuesto**

### **5.1 Introducción**

Con el fin de evaluar la transferencia tecnológica en las universidades colombianas, este capítulo propone un modelo teórico basado en los factores financieros, culturales, humanos y comerciales. Para ello, se presenta los factores que se tuvieron en cuenta para medir estos recursos. En adición a esto, se define la población objeto de estudio, la cual está conformada por universidades públicas y privadas.

Este capítulo presenta las variables que serán utilizadas para el ejercicio empírico principal. Para medir las variables, se elaboró un encuesta conformada por 40 preguntas, la cual es presentada en este capítulo con el fin de disminuir el sesgo que es inherente a todo proceso investigativo.

El resto de este capítulo está estructurado de la siguiente forma. La sección 5.2 presenta el modelo teórico propuesto. La sección 5.3 presenta la medición de cada dimensión. La sección 5.4 presenta la población de estudio. La sección 5.5 presenta el tamaño de la muestra. La sección 5.6 muestra la encuesta y el período de recolección de la información. Por último, la sección 5.7 presenta las conclusiones del capítulo.

### **5.2 Modelo teórico propuesto**

Según Foltz et al. (2000) la financiación pública de los procesos de investigación universitaria es importante para fortalecer la transferencia tecnológica de las universidades. Los recursos públicos obtienen un rendimiento importante en manos de las universidades por sus potenciales efectos sociales y económicos. Además, autores como O'shea et al. (2005) consideran que el uso de recursos públicos facilitan que los investigadores de las universidades desarrollen variedad de tecnología para su posterior comercialización.

Aunque la financiación pública es esencial, también es importante señalar que existen estudios que indican que la financiación por parte de la industria es un factor importante en lo relacionado con la transferencia tecnológica de las universidades (ver, Link et al. (2005))., Este tipo de alianzas promueve, entre otros aspectos, las actividades de licenciamiento de

tecnología y financia los gastos en protección de la propiedad intelectual (Chapple et al. (2005)). Dado estos aspectos, se formula como una primera hipótesis del trabajo la siguiente:

**Hipótesis 1:** Los recursos financieros públicos y privados inciden positivamente en la transferencia tecnológica universitaria en las universidades colombianas.

Por otra parte, conforme señala O'shea et al. (2005), el contar con científicos de calidad promueve los procesos de transferencia en la universidades ya que aumenta la probabilidad de aportar nuevos descubrimientos básicos y aplicados. Otros estudios, como el de Lanch et al. (2004), consideran que el tamaño del cuerpo docente o el número de investigadores de tiempo completo son considerados insumos claves para la transferencia tecnológica desde las universidades ya que las universidades más grandes tienen mayores capacidades para realizar labores de investigación.

Las oficinas de transferencia también juegan un papel importante en la comercialización de tecnología, por tal razón, autores como Chang et al. (2006), consideran que el tamaño de estas oficinas es un factor determinante en el rendimiento del proceso de transferencia tecnológica universitaria.

Considerando lo anterior, la segunda hipótesis planteada en este trabajo es la siguiente:

**Hipótesis 2:** Los recursos humanos inciden positivamente en la transferencia tecnológica universitaria en las universidades colombianas.

La transferencia es un proceso que requiere habilidades de comercialización. Autores como Mian (1996), consideran que la presencia de intermediarios en los procesos de transferencia como, por ejemplo, contar con incubadoras de empresas y oficinas de mercadeo, juegan un papel importante en la comercialización de tecnologías. Además, con relación al número de divulgaciones de invenciones universitarias, Chapple et al. (2005) encontraron una relación significativa en los procesos de transferencia. Por su parte, Lichtenthaler et al. (2010), consideran que la cartera de patentes ofrecida al mercado juega un papel importante en los procesos de transferencia tecnológica universitaria.

Dado esto, se plantea como una tercera hipótesis del trabajo la siguiente:

**Hipótesis 3:** Los recursos comerciales inciden positivamente en la transferencia tecnológica universitaria en las universidades colombianas.

De acuerdo con la literatura académica, existen factores culturales que fomentan los procesos de transferencia tecnológica. Autores como Siegel et. (2007), detectaron que la cultura de la organización y los incentivos ayudan a captar la colaboración de los investigadores hacia los procesos de comercialización de tecnología. De otra parte, O'shea et al. (2005), consideran que la participación en regalías o en las utilidades de la organización tienen un efecto positivo en la transferencia tecnológica.

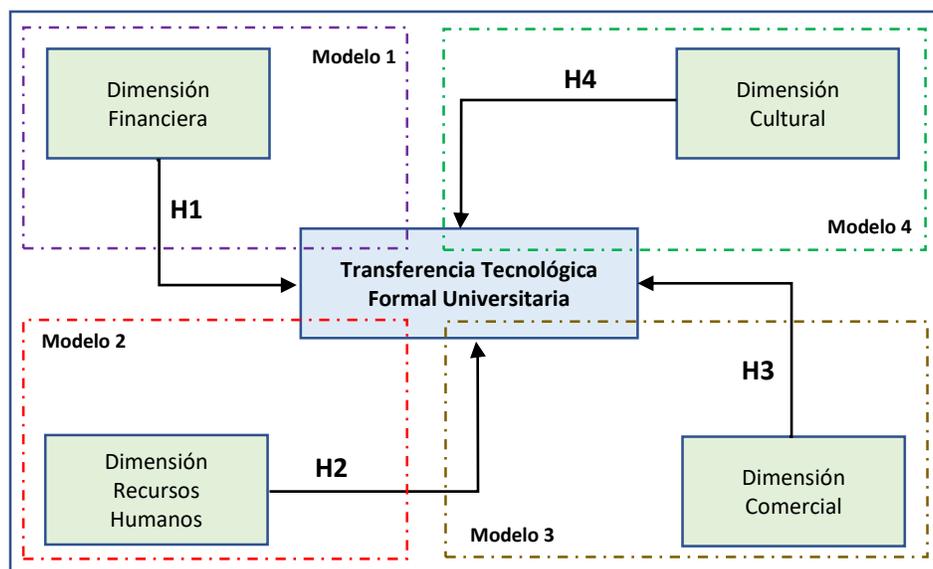
Por su parte, Siegel et al. (2004) consideran que tener empleados experimentados en las oficinas de transferencia de las universidades puede promover más eficientemente la comercialización de tecnología hacia la industria. Además, Carlsson et al. (2002) señalan que la edad de la oficina de transferencia de tecnología universitaria es un indicador positivo del posible desempeño en la transferencia tecnológica.

Existen ciertos estudios empíricos como los realizados por Mathews et al. (2007), que consideran que la ubicación de la universidad y el contexto cultural que la rodea es un factor que afecta significativamente el rendimiento de la transferencia de tecnología universitaria. A partir de esto se presenta la cuarta hipótesis del trabajo:

**Hipótesis 4:** Los recursos culturales inciden positivamente en la transferencia tecnológica universitaria en las universidades colombianas.

De acuerdo con las hipótesis planteadas, el modelo general que representa el abordaje a realizar en el trabajo es el siguiente:

Figura 11. Hipótesis de la investigación



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 11, se pueden visualizar además del modelo general, los cuatro modelos específicos que corresponde a cada dimensión a trabajar. Es decir, existe un modelo general dividido en 4 modelos específicos.

### 5.3 Medición de cada dimensión

Para medir la transferencia tecnológica es necesario tener presente que esta es una variable latente de tipo formativo. Es decir, ella debe ser aproximada a partir de la medición de ciertos ítems. Además el presente estudio asume que la transferencia es una variable endógena y puede ser explicada por ciertos predictores que hacen parte de cada una de las dimensiones asociadas a los recursos de las universidades. Por tal razón, es necesario analizar las diferentes variables explicativas relacionadas con las dimensiones a estudiar, que afecten en mayor medida la transferencia tecnológica formal de las universidades colombianas.

El presente trabajo contempla el estudio de cuatro dimensiones (Financiera, Humana, Comercial y Cultural) para explicar su influencia en los procesos de transferencia tecnológica universitaria. La hipótesis principal del estudio consiste en asumir que existen relaciones de causalidad entre las dimensiones mencionadas y la transferencia tecnológica universitaria. Para medir las variables, se utilizaron escalas de medidas previamente

usadas en otros estudios empíricos. En la siguiente tabla se presentan la cantidad de indicadores o ítems utilizados para medir las diferentes variables:

Tabla 18. Dimensiones, indicadores y autores

Variables de entrada		Autores
Dimensión	Indicadores	
Financiera	4	(O'Shea, Allen, Morse, O'Gorman, & Roche, 2007; Chang, Chen, Hua, & Yang, 2006; Chapple, Lockett, Siegel, & Wright, 2005; Lizarazo M. , Jaime, Camacho, & Martinez, 2015; Bessette, 2003)
Humana	4	(O'Shea, Allen, Morse, O'Gorman, & Roche, 2007; Lach & Schankerman, 2004; Friedman & Silberman, 2003; Chang, Chen, Hua, & Yang, 2006)
Comercial	4	(Mathews & Hu, 2007; Chapple, Lockett, Siegel, & Wright, 2005; Lichtenthaler & Ernst, 2010; Lizarazo M. , Jaime, Camacho, & Martinez, 2015)
Cultural	6	(Chapple, Lockett, Siegel, & Wright, 2005; Friedman & Silberman, 2003; Chang, Chen, Hua, & Yang, 2006; Carlsson & Fridh, 2002; Mathews & Hu, 2007; Siegel D. , Waldman, Atwater, & Link, 2004)
Variable de salida		
Transferencia Tecnológica formal Universitaria	3	(Daim & Ozdemir, 2012; Siegel, Waldman, & Link, 2003; Simha, 2005)

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presenta cada ítem utilizado por dimensión, junto con la escala de medición utilizada:

i) *Indicadores asociados a la Dimensión Financiera*: en este caso se utilizaron 4 ítems asociados a la financiación propia, los gastos de protección, la financiación gubernamental, la financiación de la industria en relación a los ingresos operacionales.

Tabla 19. Medición de la Dimensión Financiera

Identificador	Determinante	Medición	Tipo/Escala
P4.2_Por_Rec_Pro_ID	Financiación propia	Indica el porcentaje de recursos propios destinados por la universidad a actividades de I+D en relación a los ingresos operacionales.	Cuantitativa (Ratio / Continua)
P36.1_Por_Rec_pro_PI	Gastos de protección de la propiedad intelectual	Mide el porcentaje promedio de recursos asignados para los gastos asociados a la protección de propiedad intelectual en relación a los ingresos operacionales.	Cuantitativa (Ratio / Continua)

P5.2_Por_Rec_Pub_ID	Financiación gubernamental	Muestra el porcentaje de los recursos públicos recibidos de entidades del Estado destinados por la universidad a actividades de I+D en relación a los ingresos operacionales.	Cuantitativa (Ratio / Continua)
P6.2_Por_Rec_Priv_ID	Financiación de la industria	Mide el porcentaje de los recursos privados recibidos de empresas destinados por la universidad a actividades de I+D en relación a los ingresos operacionales.	Cuantitativa (Ratio / Continua)

Fuente: Elaboración propia

ii) *Indicadores asociados a la Dimensión Humana*: esta dimensión fue medida por 4 ítems asociados a la calidad de los investigadores y su calidad, el tamaño de las oficinas de transferencia, y la cantidad de grupos de investigación.

Tabla 20. Medición de la Dimensión Humana

<b>Identificador</b>	<b>Determinante</b>	<b>Medición</b>	<b>Tipo/Escala</b>
P2.1_Num_Inv_S	Cantidad de investigadores	Mide el número de investigadores clasificados en Senior de acuerdo a la convocatoria realizada por Colciencias.	Cuantitativa (Ratio / Discreta)
P2.2_Num_Inv_A	Calidad de los investigadores	Mide el número de investigadores clasificados en Asociado de acuerdo a la convocatoria realizada por Colciencias.	Cuantitativa (Ratio / Discreta)
P16_Num_prof	Tamaño de las oficinas de transferencia tecnológica	Presenta el número de profesionales que apoyan el proceso de comercialización y transferencia de tecnología en la universidad.	Cuantitativa (Ratio / Discreta)
P2.5_Tot_Gr_A1_A	Cantidad de grupos de investigación	Indica el número total de grupos de investigación en Categoría A1 y A.	Cuantitativa (Ratio / Discreta)

Fuente: Elaboración propia

iii) *Indicadores asociados a la Dimensión Comercial*: esta dimensión fue aproximada por 4 ítems asociados a la cartera de patentes, patentes internacionales, revelaciones de invención e intermediarios.

Tabla 21. Medición de la Dimensión Comercial

<b>Identificador</b>	<b>Determinante</b>	<b>Medición</b>	<b>Tipo/Escala</b>
P33_Pat_inv_con	Cartera de patentes nacionales	Mide el número total de patentes de invención y modelos de utilidad que se han concedido a la fecha a las universidades por parte de la SIC.	Cuantitativa (Ratio / Discreta)
P35_Pat_inv_PCT	Cartera de patentes internacionales	Indica el número de patentes de invención y modelos de utilidad que han sido concedidos a la fecha a las universidades por parte de la PCT	Cuantitativa (Ratio / Discreta)

		(Tratado de cooperación en materia de patentes).	
P31_Div_sel	Revelaciones de la invención	Indica el número de divulgaciones de tecnologías que fueron seleccionadas para ser protegidas por año, durante el periodo comprendido entre el año 2009 y 2018.	Cuantitativa (Ratio / Discreta)
P12.2_Cant_Inter	Intermediarios	Mide el número de intermediarios que tiene la universidad para promover la TTU (Incubadoras y OTT)	Cuantitativa (Ratio / Discreta)

Fuente: Elaboración propia

iv) *Indicadores asociados a la Dimensión Cultural*: esta dimensión fue aproximada por 5 variables asociadas a la edad de las oficinas de transferencia, la experiencia del personal, la tradición de la investigación, la política de incentivos y la participación en regalías.

Tabla 22. Medición de la Dimensión Cultural

<b>Identificador</b>	<b>Determinante</b>	<b>Medición</b>	<b>Tipo/Escala</b>
P14.2_Ano_Ant_OTT	Edad de la oficina de transferencia	Mide el número de años que lleva creada la unidad o cargo encargado de las actividades de transferencia y comercialización de tecnología.	Cuantitativa (Ratio / Discreta)
P15_An_Exp_Resp	Experiencia del encargado de la transferencia	Indica el número de años de experiencia que tiene la persona encargada de las actividades de transferencia y comercialización de tecnologías.	Cuantitativa (Ratio / Discreta)
P0.2_Rank	Tradición en investigación	Contiene el puesto que ocupa la universidad con respecto al Ranking de Clasificación U-Sapiens del año 2019.	Cuantitativa (Ratio / Discreta)
P24.2_Can_Inc_TTU	Política de incentivos	Indica el número total de incentivos que emplea la universidad para promover la transferencia tecnológica.	Cuantitativa (Ratio / Discreta)
P26_Porc_Reg	Participación en regalías	Indica el porcentaje de regalías asignado a los inventores producto de la comercialización de sus invenciones.	Cuantitativa (Ratio / Discreta)
P41_IDIC	Ubicación de la universidad	Muestra el grado de innovación departamental, midiendo las capacidades y condiciones sistémicas de los mismos.	Cuantitativa (Ratio / Discreta)

Fuente: Elaboración propia

Con relación a la principal variable de este estudio, *la transferencia tecnológica*, se utilizaron tres items para medir la transferencia catalogada como formal o conocida. Estos tres items fueron la suma de todos los indicadores transferencia (el número total de acuerdos de licencia remunerados y gratuitos, contratos de cooperación tecnológica y número de

empresas Spin Off), la cantidad de licenciamientos y el número de licencias generados de ingresos.

Tabla 23. Indicadores de la Transferencia Tecnológica Universitaria

<b>Identificador</b>	<b>Variable de Salida</b>	<b>Medición</b>	<b>Tipo/Escala</b>
P10.1_Suma	Suma de todos los indicadores de la transferencia formal	Presenta el número total de acuerdos de licencia remunerados y gratuitos, contratos de cooperación tecnológica y número de empresas Spin Off, realizados durante un periodo de cinco años (2014 – 2018) por parte de las Universidades.	Cuantitativa (Ratio / Discreta)
P38_Lic	Cantidad de licenciamientos	Indica el número de licenciamientos realizados por las universidades discriminados por tipo de organización nacional o internacional, sin tener en cuenta licenciamiento de software.	Cuantitativa (Ratio / Discreta)
P39_Num_Lic_Ing	Número de licencias generadoras de ingresos	Mide la cantidad de licencias que han generado ingresos a las universidades.	Cuantitativa (Ratio / Discreta)

Fuente: elaboración propia

En el presente trabajo, además de las variables anteriores se capturó y analizó otras variables complementarias de interés con relación a la población objeto de estudio. El objetivo en este caso consistió en comprender de una mejor manera la transferencia tecnológica en las universidades a partir de un mejor aprovechamiento en la información recolectada. Las otras variables que se recopilieron se presentan a continuación:

Tabla 24. Variables complementarias

<b>Identificador</b>	<b>Medición</b>	<b>Tipo</b>	<b>Escala</b>
P0.1_Tipo	Indica el tipo de universidad, de acuerdo a su naturaleza, si es de carácter público o privado.	Cualitativa	Nominal
P1.1_Doc_ETC	Representa el número de docentes en equivalentes a tiempo completo que tienen las universidades.	Cuantitativa	Ratio / Discreta
P2.3_Num_Inv_J	Mide el número de investigadores clasificados en Junior de acuerdo a la convocatoria realizada por Colciencias.	Cuantitativa	Ratio / Discreta
P2.4_Num_Tot_Inv	Mide el número total de investigadores clasificados en las categorías Junior, Asociado y Senior de las universidades.	Cuantitativa	Ratio / Discreta
P8.2	Esta variable permite varias opciones de respuesta, y contempla los diferentes documentos en los cuales se encuentra claramente contemplada la transferencia y comercialización de tecnología en las universidades.	Cualitativa	Nominal

P9.2_Ano_Ini_TTU	Indica el número de años que la universidad lleva en el proceso de comercialización de tecnologías mediante una transferencia tecnológica formal.	Cuantitativa	Ratio / Discreta
P11_Incub	Indica si las universidades cuentan dentro de su estructura organizacional con incubadoras de empresas.	Cualitativa	Nominal
P12.1_Unid_OTT	Muestra si las universidades tienen o no, una unidad formal encargada de realizar las actividades de transferencia y comercialización de tecnología.	Cualitativa	Nominal
P17_Vig_Merc	Indica si las universidades realizan actividades de vigilancia de mercado para identificar clientes potenciales interesados en las tecnologías producidas por la universidad.	Cualitativa	Nominal
P18_Plan_Nego	Muestra si las unidades o personas encargadas del proceso de comercialización y transferencia de tecnología elaboran planes de negocio para el desarrollo de las mismas.	Cualitativa	Nominal
P19_Princ_Mec	Permite varias opciones de respuesta, y contempla los diferentes mecanismos que utiliza la universidad para el mercadeo de tecnologías.	Cualitativa	Nominal
P20_Lik	Mide a través de una escala Likert de 1 a 5, las capacidades y habilidades que tienen las unidades o personas encargadas del proceso de comercialización y transferencia de tecnología.	Cualitativa	Ordinal
P21_Reg_Cont	Indica la existencia en las Universidades de regulaciones orientadas a la celebración de contratos de I+D con la industria.	Cualitativa	Nominal
P23_Nor_Div_Not	Indica si las universidades cuentan o no con una normativa documentada para la divulgación y notificación de inventos.	Cualitativa	Nominal
P24.1_Inc_TTU	Muestra si las universidades utilizan incentivos para promover la transferencia tecnológica en la universidad.	Cualitativa	Nominal
P24.3_Op	Esta variable muestra el tipo de incentivos utilizados por las universidades para promover los procesos de transferencia tecnológica.	Cualitativa	Nominal
P25_Exi_Porc_Reg	Muestra si la universidad contempla la existencia de un porcentaje de regalías asignado a los inventores producto de la comercialización de sus invenciones.	Cualitativa	Nominal
P27.2_Op	Establece aspectos de la transferencia tecnológica que se encuentran regulados por políticas escritas dentro de la universidad.	Cualitativa	Nominal
P28_Op	Indica cuáles medios utiliza la universidad para la revelación de tecnologías al interior de la misma.	Cualitativa	Nominal
P29_Est_prot_tec	Muestra si la universidad cuenta con criterios o estrategias que permitan decidir cuáles tecnologías serán protegidas.	Cualitativa	Nominal
P30_Div_rec	Mide el número de divulgaciones de tecnologías recibidas por año en la universidad, durante el periodo comprendido entre el año 2009 y 2018.	Cuantitativa	Ratio / Discreta

P32_Sol_pat	Mide el número de solicitudes de patentes registradas por año ante la SIC por parte de la universidad, durante el periodo comprendido entre el año 2009 y 2018.	Cuantitativa	Ratio / Discreta
P37_Com_tec_lic	Muestra si la universidad ha comercializado tecnologías propias a través de licenciamiento a empresas u otro tipo de organizaciones.	Cualitativa	Nominal
P40_Ing_Rec_Com	Indica el monto anual promedio de ingresos que han recibido por año las universidades por la comercialización de tecnología protegidas.	Cuantitativa	Ratio / Continua

Fuente: Elaboración propia

#### 5.4 Población de estudio

En este trabajo, la población objeto de estudio fueron las universidades públicas y privadas con indicadores altos en investigación. Lo anterior se basa en que de acuerdo a literatura, existe un relación fuerte entre investigación y la transferencia de tecnología (Pich, 2020; Audretsch & Link, 2017). Con el fin de buscar que la muestra esté localizada en un lugar similar con base a su ambiente geográfico, legal, cultural y político, de manera que se redujera la influencia de variables no controlables, se trabajó con universidades ubicadas en Colombia.

En Colombia, el ranking especializado que clasifica a las universidades según criterios de investigación es el llamado ranking U-Sapiens. Este es elaborado por la firma de consultoría Sapiens Research, la cual es reconocida por el observatorio internacional IREG. Dado esto, se buscó una muestra de universidades que se encontraran dentro de dicha clasificación para el año 2019. Esta clasificación, selecciona de más de 360 instituciones de educación superior activas en Colombia, solo 74 instituciones las cuales se constituyeron en el marco de referencia para este estudio.

*Tabla 25. Distribución de universidades por cuartil según Ranking U-Sapiens*

	Q1	Q2	Q3	Q4
Número de universidades por cuartil	3	8	14	49
Rango de posiciones	1 a 3	4 a 10	12 a 25	26 a 74

Fuente: Elaboración propia

Es importante aclarar que las 74 instituciones que aparecen en el ranking, incluyen también sedes, de algunas de estas instituciones. Al eliminar las sedes solo quedan 60 instituciones dentro del ranking.

## 5.5 Tamaño de la muestra

Con relación a la conformación de la muestra a utilizar en la estimación del modelo de ecuaciones estructurales (SEM), es importante tener en cuenta que la muestra puede tener similitudes y diferencias con respecto a la población a estudiar (Scheaffer, Mendenhall, & Ott, 1987).

En particular, el tamaño de la muestra empleada en PLS-SEM depende de la cantidad de variables latentes y la cantidad de indicadores por cada una de ellas. Aunque es importante a anotar que el método PLS-SEM puede proporcionar resultados válidos en caso de muestras pequeñas, debido a la característica no paramétrica que maneja.

La orientación a seguir para decidir cuántos items y dimensiones a utilizar en los modelos es variada. Algunos autores plantean que cada variable latente debe ser medida por 20 indicadores mientras otros hablan de 2 a 5 indicadores. (ver Tabla 26).

Tabla 26. Tamaños de muestra

Criterio	Autor
• 20 sujetos por variable latente.	(Costello & Osborne, 2005)
• 10 sujetos por el número más alto de indicadores formativos empleados para medir un determinado constructo, o • 10 sujetos por el número más alto de relaciones estructurales que llegan a determinado constructo en un modelo estructural.	(Barclay, Higgins, & Thompson, 1995)
• 10 sujetos o casos por variable latente.	(Chin, 2013)
• Entre 2 y 5 sujetos por variable latente	(Tenenhaus, Pages, Ambroisine, & Guinot, 2005; Falk & Miller, 1992; Bentler & Chou, 1987)

Fuente: Elaboración propia

Para Falk y Miller (1992), el problema del tamaño de la muestra plantea dos cuestiones, el primero hace referencia a los índices de ajuste del modelo. Con frecuencia, en el modelado rígido, la estadística de chi-cuadrado se utiliza para evaluar la "bondad de ajuste" del modelo. Esta estadística es sensible al tamaño de la muestra. A medida que el tamaño de la muestra supere los 300, se rechazarán los modelos por no ajustarse a los datos. Cuando el número de casos es inferior a 60, esta estadística no es lo suficientemente potente como para rechazar la mayoría de los modelos.

El segundo problema del tamaño de la muestra se refiere a la relación entre el número de casos y el número de variables en el modelo. La queja técnica es que hay muy pocos casos para analizar el número de variables. Algunos autores consideran que debe haber al menos diez casos para cada variable en el modelo, mientras que otros consideran que es suficiente dos casos por variable latente (Tenenhaus, Pages, Ambroisine, & Guinot, 2005). Una posición intermedia sugiere una proporción de 5 a 1. Sin embargo, estos requisitos a menudo van en contra de la experiencia de la investigación empírica, dado que en poblaciones limitadas no se debe restringir el número de variables de estudio al tamaño de la población de interés. Es decir, es importante tener presente que los investigadores al recolectar datos se enfrentan a un número limitado de participantes dispuestos, y deben realizar tantas preguntas como se puedan para aprovechar el objeto de estudio (Falk & Miller, 1992).

Con relación al tamaño ideal de la muestra, Tenenhaus (2016) opina:

- Cuando los efectos son fuertes, no se necesitan muchos individuos.
- Calcular intervalos de confianza mediante bootstrapping brinda información correcta sobre lo que puede hacer con los datos.
- No se debe trabajar con menos de 6 individuos.

En este trabajo, se utilizó el criterio expuesto por Falk y Miller (1992) y Bentler y Chou (1987), que sugiere recoger información de 5 casos por cada variable latente, que en el modelo más complejo presentado en esta tesis, contempla tres variables latentes. Por tanto, es necesario tener un número mínimo de 15 casos o unidades. A partir de este criterio, en este estudio se recogió información inicialmente de 15 universidades tanto públicas como privadas de Colombia. No obstante, para tener mejores resultados se amplió la muestra y se recogió información adicional de otras 9 universidades, para un total de 24 universidades.<sup>5</sup>

## **5.6 Encuesta y período de recolección de la información**

---

<sup>5</sup> Este valor de la muestra representa un 40% del total de instituciones del ranking U-Sapiens sin tener en cuenta sus sedes.

Existen diversos instrumentos dentro de la investigación cuantitativa que permiten la recolección de la información, entre los más relevantes se tiene la observación sistémica, las técnicas participativas y las encuestas. El fin de cualquiera de éstos instrumentos es disminuir el sesgo, la opinión o el juicio de los sujetos que hacen parte del proceso investigativo (Ñaupás, Mejía, Nova, & Villagomez, 2014).

La técnica cuantitativa más habitual en la recolección de datos es la encuesta, la cual mediante el uso de un cuestionario estructurado permite obtener información sobre una población a partir de una muestra (Hueso & Cascant, 2012).

Para Grasso (2006), preparar una encuesta requiere localizar diferentes antecedentes, como por ejemplo encuestas previas. La importancia de los antecedentes no es inducir a la imitación, dado que las situaciones a las que se vea enfrentado el investigador pueden ser muy diferentes, por tal razón lo mejor es un cuestionario propio ajustado a las necesidades concretas del estudio.

Para la recolección de información, este trabajo utilizó una encuesta conformada por 40 preguntas que buscaron medir los diferentes aspectos relacionados con las dimensiones financieras, culturales, de recursos humanos y comerciales ligadas con el proceso de transferencia tecnológica formal de las universidades de Colombia. Los tipos de variables utilizados fueron cuantitativos discretos y continuos, y cualitativos de tipo nominal y ordinal.

Para elaborar la encuesta, se revisaron diferentes antecedentes y se tuvo en cuenta los trabajos realizados por autores como Lizarazo et al. (2015), Hsu et.al (2015), Yeverino (2015), entre otros quienes analizan el proceso de transferencia tecnológica en universidades.

Antes de aplicar la encuesta, se realizó su validación con cuatro expertos en el área de transferencia tecnológica; dos investigadores y dos responsables de oficinas de transferencia tecnológica, los cuales realizaron observaciones y sugerencias las cuales fueron tenidas en cuenta para la elaboración de la encuesta final.

El periodo de recolección de la información se llevó a cabo durante junio de 2019 y mayo de 2020. Las personas involucradas en el suministro de la información estuvieron en cabeza

de los vicerrectores de investigación, vicerrectores académicos y responsables de los procesos de transferencia tecnológica de la universidad. La encuesta fue enviada a través de correo electrónico y, dada el tipo de información solicitada, los periodos de respuesta fueron demorados (uno a tres meses). A continuación se presenta la encuesta.

*Tabla 27. Encuesta "Determinantes de la Transferencia Tecnológica Universitaria en Colombia"*

El objetivo de esta encuesta es realizar una investigación en las IES colombianas con el fin de analizar los principales determinantes de la transferencia tecnológica universitaria en el país. Los datos aquí consignados son de carácter confidencial y los objetivos del estudio son estrictamente académicos y de investigación.

**DATOS DE LA ENTIDAD**

Nombre de la entidad universitaria \_\_\_\_\_  
 Nombre del entrevistado \_\_\_\_\_  
 Cargo \_\_\_\_\_  
 Seccional/Sede \_\_\_\_\_

**CARACTERISTICAS DE LA UNIVERSIDAD**

1. ¿Cuántos docentes de planta en equivalentes de tiempo completo (ETC) tiene la institución?  
 \_\_\_\_\_

¿Cuántos docentes de planta tiene la institución?  
 \_\_\_\_\_

2. Según la última convocatoria realizada por Colciencias (2017), de acuerdo a la clasificación como investigador, especifique el número de docentes de planta según la categoría:

Tipo de investigador	# de docentes clasificados
Investigador Senior	
Investigador Asociado	
Investigador Junior	

3. ¿Cuál es el presupuesto total anual promedio que maneja la institución? (valor en dinero)  
 \_\_\_\_\_

4. ¿Cuál es el presupuesto anual promedio ejecutado proveniente de recursos propios de la universidad destinado a actividades de I+D? (valor en dinero)  
 Estos recursos incluyen gastos directos asociados con: apoyo a investigadores y grupos de investigación, financiación de proyectos de investigación internos, movilidad de investigadores, capital semilla para investigación, apoyo para la participación en redes de investigación nacionales e internacionales, entre otras. No incluir gastos de personal y de apoyo.  
 \_\_\_\_\_

5. ¿Cuál es el monto anual promedio ejecutado de recursos públicos recibidos de entidades del Estado (Colciencias, Alcaldías, Gobernaciones, Sistema General de Regalías, etc) destinados para actividades de I+D? (valor en dinero) Ejecución

\_\_\_\_\_

6. ¿Cuál es el monto anual promedio ejecutado de recursos privados recibidos de las empresas destinados para actividades de I+D? (valor en dinero)

\_\_\_\_\_

**Generalidades en materia de transferencia tecnológica**

7. ¿Su institución realiza actividades dedicadas específicamente a la transferencia o comercialización de tecnologías? Marque con una X.

La comercialización de tecnologías es el conjunto de recursos, medios y modalidades organizacionales que emplea una organización para vender, transferir, licenciar o intercambiar sus tecnologías, sus activos de propiedad intelectual y sus paquetes tecnológicos, con la finalidad de recuperar la inversión realizada y obtener un beneficio económico adicional.

Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

8. ¿La transferencia y comercialización de tecnología se encuentra claramente contemplada dentro de la misión, plan de desarrollo o políticas de su institución? Marque con una X.

Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

¿En cuál de los elementos presentados? Marque con una X.

Misión \_\_\_\_

Plan de desarrollo \_\_\_\_\_

Políticas de la institución \_\_\_\_\_

Otro. \_\_\_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_

9. ¿En qué año la universidad inició actividades dedicadas a la comercialización de tecnologías mediante el proceso de transferencia tecnológica? (Acuerdos de licencia, cooperación tecnológica, Spin-off)

a. Año: \_\_\_\_\_

b. No ha iniciado \_\_\_\_\_

10. ¿Cuáles mecanismos de comercialización han sido utilizadas por su universidad para llevar tecnologías al sector empresarial? Consigne el **NÚMERO de acuerdos, contratos o empresas realizados por cada uno de los tipos de mecanismos** durante los últimos 5 años (2014 a 2018).

MECANISMO	CONCEPTO	CATEGORÍAS	CANTIDAD				
			2014	2015	2016	2017	2018
ACUERDO DE LICENCIA (REMUNERADO)	Obtención de la autorización legal para la fabricación, uso y/o explotación comercial de tecnología y conocimiento protegidos mediante derechos de propiedad industrial e intelectual.	• Licencia de patente, diseño, software, marca y/o know-how (secreto industrial).					
		• Franquicia (licencia conjunta de todos los derechos de un negocio: tecnología, marca, contactos comerciales, procedimientos de trabajo...).					

ACUERDO DE LICENCIA (GRATUITO)	Obtención de la autorización legal para la fabricación, uso y/o explotación comercial de tecnología y conocimiento protegidos mediante derechos de propiedad industrial e intelectual.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Licencia de patente, diseño, software, marca y/o know-how (secreto industrial).</li> </ul>					
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Franquicia (licencia conjunta de todos los derechos de un negocio: tecnología, marca, contactos comerciales, procedimientos de trabajo...).</li> </ul>					
COOPERACIÓN TECNOLÓGICA	Colaboración en el marco de un proyecto de investigación y desarrollo (I+D) para generar nuevas tecnologías, productos o procesos y que han llevado a la universidad a proteger su participación mediante derechos de propiedad intelectual.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proyecto de I+D bajo contrato (el receptor subcontrata al proveedor).</li> </ul>					
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Proyecto de I+D conjunto o colaborativo en pequeños o grandes consorcios (la tecnología es codesarrollada entre las partes a través de una relación de socios).</li> </ul>					
CREACIÓN DE EMPRESA DE BASE TECNOLÓGICA (SPIN-OFF)	Creación de una empresa para la explotación comercial de una tecnología o conocimiento novedoso, como el resultado de una investigación o un nuevo desarrollo tecnológico, en la cual la universidad tenga participación accionaria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Creación de empresa de base tecnológica.</li> </ul>					

11. ¿La institución cuenta con incubadoras de empresas?

Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

#### CARACTERÍSTICAS DEL INTERMEDIARIO (OTRI / OTT)

12. ¿Su institución cuenta con una unidad, división, oficina o departamento dedicado expresamente a actividades de transferencia y comercialización de tecnología?

Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

Si su respuesta es negativa, ¿existe un cargo específico que se encargue de realizar las actividades de transferencia y comercialización de tecnología?

Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

13. Dependencia a la que reporta el cargo, la unidad, división, oficina o departamento a cargo del proceso de transferencia y comercialización de tecnología. Seleccione con una X.

- No existe una unidad/división/oficina o departamento a cargo de la TT. \_\_\_\_\_
- Vicerrectoría de investigación \_\_\_\_\_
- Vicerrectoría de investigación y extensión \_\_\_\_\_
- Vicerrectoría Académica \_\_\_\_\_
- Rectoría \_\_\_\_\_
- Otro. \_\_\_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_

14. ¿En qué año se creó la unidad, división, oficina, departamento o cargo, dedicado expresamente a actividades de transferencia y comercialización de tecnología/conocimiento?

Año: \_\_\_\_\_

15. Cuantos años de experiencia en materia de transferencia tecnológica tiene el responsable de la unidad, división, oficina, departamento o cargo dedicado expresamente a actividades de transferencia y comercialización de tecnología/conocimiento?  
Número de años: \_\_\_\_\_
16. Número de profesionales que conforman la unidad, división, oficina o departamento dedicado expresamente a actividades de transferencia y comercialización de tecnología/conocimiento?  
Número de profesionales: \_\_\_\_\_
17. ¿El cargo, la unidad, división, oficina o departamento dedicada a las actividades de transferencia tecnológica realiza actividades de vigilancia del mercado para identificar potenciales empresas/empresarios interesados en la tecnología?  
Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
18. ¿El cargo, unidad, división, oficina o departamento dedicado a las actividades de transferencia tecnológica elabora planes de negocio para las tecnologías?  
Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
19. ¿Cuál es el principal mecanismo que utiliza la universidad para el mercadeo de tecnologías?  
a. Contacto directo a licenciatarios potenciales. \_\_\_\_\_  
b. Portal web de la institución en el que se promocionan las tecnologías. \_\_\_\_\_  
c. Portal web externo en el que se promocionan tecnologías \_\_\_\_\_  
d. Otro \_\_\_\_\_ . ¿Cuál? \_\_\_\_\_  
e. Ninguno \_\_\_\_\_
20. Con el fin de evaluar la capacidad para el desarrollo de negocios que tiene el cargo o la unidad encargada de la transferencia tecnológica, califique de 1 a 5 los siguientes aspectos. Tenga en cuenta que 1 es muy bajo y 5 es muy alto:

Item	Puntaje
Técnicas de mercadotecnia adquiridas para promover invenciones	
Capacidad para desarrollar negocios en materia de transferencia tecnológica	
Habilidades para negociar con clientes	
Fomento a la creación de redes y networking	
Promoción de financiación en base a habilidades adquiridas para detectar y contratar fondos de capital de riesgo y semilla.	

**Políticas institucionales para fomentar la TTU y a los investigadores**

21. ¿Existe una regulación elaborada por la dirección y/o la oficina encargada de la transferencia tecnológica para celebrar contratos de I+D con la industria?  
Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
22. ¿Considera que dicha reglamentación facilita y promueve los procesos de transferencia de tecnología?  
Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_
23. ¿Existe una normativa documentada para la divulgación y notificación de inventos?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

24. ¿Qué incentivos se utilizan para promover la transferencia tecnológica en la universidad?
- a. Reconocimiento público en la comunidad \_\_\_\_\_
  - b. Soporte institucional en asesoría, logística y movilidad para la identificación, formulación, presentación y gestión de proyectos. \_\_\_\_\_
  - c. Financiación para la protección de propiedad intelectual. \_\_\_\_\_
  - d. Descarga académica por actividades de investigación y transferencia tecnológica. \_\_\_\_\_
  - e. Premios y distinciones con reconocimiento en la hoja de vida. \_\_\_\_\_
  - f. Estrategias formativas para la formulación y gestión de proyectos, protección de la propiedad intelectual, transferencia de tecnología. \_\_\_\_\_
  - g. Financiación de proyectos de investigación/contrapartidas en efectivo para proyectos de financiación externa. \_\_\_\_\_
  - h. Apoyo para la inserción en redes internacionales. \_\_\_\_\_
  - i. Financiación para actividades de transferencia de tecnología. \_\_\_\_\_
  - j. Regalías por comercialización de patentes u otros tipos de propiedad intelectual. \_\_\_\_\_
  - k. Contribución para el cumplimiento de requisitos de ascenso en el escalafón docente. \_\_\_\_\_
  - l. Participación por la venta de publicaciones. \_\_\_\_\_
  - m. Bonificación y aumento en salario por comercializar sus invenciones. \_\_\_\_\_
  - n. Porcentaje de fondos especiales destinados a la investigación. \_\_\_\_\_
  - o. Premios con reconocimiento económico. \_\_\_\_\_
  - p. Otro \_\_\_\_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_
  - q. Ninguno. \_\_\_\_\_
25. ¿Existe un porcentaje de regalías asignado a los inventores?
- Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
26. ¿Cuál es el porcentaje de regalías asignado a los inventores?
- a. Porcentaje \_\_\_\_\_
  - b. No se tiene asignado ningún porcentaje.
27. Cuáles aspectos están regulados por políticas escritas dentro de la universidad
- a. Protección de la producción intelectual (PI) \_\_\_\_\_
  - b. Titularidad sobre los derechos de PI \_\_\_\_\_
  - c. Distribución de ingresos por Comercialización \_\_\_\_\_
  - d. Emprendimiento de Spin off/Start Up \_\_\_\_\_
  - e. Adjudicación de capital accionario de Spin off entre la institución, investigadores y terceros. \_\_\_\_\_
  - f. Otro \_\_\_\_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_

### Proceso de transferencia

28. ¿Cuáles medios utilizan para la revelación de tecnologías?
- a. Formato de revelación en papel. \_\_\_\_\_
  - b. Formato de revelación virtual. \_\_\_\_\_
  - c. Reunión personal. \_\_\_\_\_
  - d. Llamada telefónica. \_\_\_\_\_
  - e. Ninguno. \_\_\_\_\_

29. ¿Su institución cuenta con una estrategia o criterios específicos que permitan decidir cuáles tecnologías serán protegidas?

Si \_\_\_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_

30. ¿Cuál ha sido el número de divulgaciones de tecnologías (Disclosures) recibidas por año por la universidad?

Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013
Año 2014	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018

31. ¿Cuál es el número de las divulgaciones / revelaciones de tecnologías que fueron seleccionadas a ser protegidas por año.

Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013
Año 2014	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018

32. ¿Cuál es el número de solicitudes de patentes registradas por año ante la SIC?

Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013
Año 2014	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018

33. ¿Cuál es el número total de patentes de invención y modelos de utilidad que han sido concedidos a la fecha a la universidad por la SIC?

Tipo de patente	Total
Patentes de invención	
Patentes de Modelo de utilidad	

34. ¿Cuál es el número total de solicitudes de patentes de invención y modelos de utilidad que han sido rechazados a la fecha por la SIC?

Tipo de patente	Total
Patentes de invención	
Patentes de Modelo de utilidad	

35. ¿Cuál es el número de patentes de invención y modelos de utilidad que han sido concedidos a la fecha a la universidad a través de PCT (Tratado de cooperación en materia de patentes)?

Tipo de patente	Total
Patentes de invención	

36. ¿Cuál es el monto anual promedio de recursos asignados para los gastos asociados a la protección de la propiedad intelectual? (valor en dinero). Esto contempla el gasto destinado a profesionales o asesores internos, asesores externos y entidades ante las que se tramita la protección de propiedad intelectual.

\_\_\_\_\_   
 No se destinan recursos.

37. ¿Alguna vez su universidad ha comercializado tecnologías propias a través de licenciamiento a empresas u otro tipo de organizaciones?

Si  No

38. ¿Cuál es el **NÚMERO DE LICENCIAMIENTOS** realizados (comercializados) hasta la fecha por la universidad discriminados por tipo de organización nacional o internacional que recibe la tecnología? Excluir licenciamiento de Software.

	Entidades nacionales	Entidades internacionales
Entidades con ánimo de lucro		
Microempresa		
Pequeña empresa		
Mediana empresa		
Gran empresa		
Spin – Off de la universidad		
Entidades gubernamentales		
Entidad gobierno		
Entidades sin ánimo de lucro		
Organización sin fin de lucro		
Start-up		
Start – up		
<b>Total</b>		

39. ¿Cuántas licencias han generado ingresos a la universidad?

\_\_\_\_\_   
 Ninguna

40. ¿Cuál es el monto anual promedio de ingresos se han recibido por año por la comercialización de las **tecnologías protegidas**?

\_\_\_\_\_   
 No se ha recibido nada

**Cláusula de Confidencialidad:** Los Datos consignados voluntariamente a través de esta encuesta para el desarrollo de esta tesis doctoral están protegidos por la Ley de Habeas Data y no serán utilizados para fines diferentes a los del evento.

## 5.7 Conclusiones del capítulo

El presente estudio asume que los recursos financieros, culturales, humanos y comerciales pueden incidir en los procesos de transferencia tecnológica universitaria. Para ello, se formularon cuatro hipótesis que asocian de forma positiva la cuantificación de cada uno de los recursos con el desempeño de la transferencia tecnológica.

Existen diversas formas de medir cada uno de los recursos. Sin embargo, con el fin de acotar la investigación, se definieron unos ítems principales para medir la dimensión financiera, cultural, humana y comercial. A pesar de acotar los ítems de cada dimensión, también será recolectada otra información de variables que, aunque no tienen relación directa con el modelo propuesto, sí permiten analizar y diagnosticar las unidades inmersas en el proceso de transferencia.

Un importante aspecto en la investigación empírica es la definición de la población objetivo y la muestra de datos para analizarla. En este caso, se definió una muestra de 24 universidades y la información de la muestra es medida por una encuesta conformada por 40 preguntas. En el siguiente capítulo se presentan los datos y las estadísticas descriptivas, además de las estimaciones de los modelos propuestos.



## **CAPITULO 6. Estimaciones y Resultados**

### **6.1 Introducción**

En este capítulo se presenta el análisis de las estadísticas descriptivas de las diferentes variables descritas en el capítulo anterior, con el fin de describir, analizar y representar el grupo de datos recolectado.

Entre las principales medidas descriptivas que se analizan están las de tendencia central como la media y mediana, medidas de dispersión como la desviación estándar y varianza, y medidas de posición como cuartiles, mínimo y máximo. Adicionalmente, para ilustrar la información, se utilizan histogramas de frecuencia.

Por otra parte, se presenta el análisis multivariado de los modelos planteados, correspondientes a la Dimensión Financiera, Comercial, Cultural y Humana. A cada uno de ellos se les aplica los estadísticos de bondad de ajuste, y finalmente se aplican las técnicas de bootstrapping y blindfolding. La primera con el fin de determinar si los indicadores contribuyen significativamente al constructo correspondiente y, la segunda, con el fin de valorar la relevancia predictiva del modelo.

Los resultados encontrados en el presente capítulo permiten afirmar que las cuatro dimensiones estudiadas influyen en los procesos de transferencia tecnológica formal en las universidades colombianas. No obstante, no todas las variables resultaron ser significativas y, en cada dimensión, se verificó la importancia de ciertas variables claves.

El presente capítulo está organizado como sigue: La sección 6.2 muestra las estadísticas descriptivas de las variables cuantitativas discretas. Luego, la sección 6.3 presenta las variables cuantitativas continuas. Después, la sección 6.4 muestra las variables cualitativas con única respuesta. A seguir, la sección 6.5 presenta las estadísticas descriptivas de las variables cualitativas con múltiples respuestas. Después de esto, la sección 6.6 muestra el análisis multivariado de los modelos propuestos. Finalmente, la sección 6.7 presenta las conclusiones del capítulo.

## 6.2 Estadísticas descriptivas de las variables cuantitativas discretas

Con el fin de comenzar a tener una idea de la magnitud de los datos de la muestra de universidades encuestadas, en esta sección se comienzan a presentar las estadísticas descriptivas de las principales variables. En la Tabla 28, se presentan los estadísticos descriptivos de las variables cuantitativas discretas contempladas en el estudio. También son presentados los correspondientes histogramas en la Figura 12.

En promedio, se encontró que las universidades tienen 477 docentes de tiempo completo y la media de investigadores es de 175. Además, la muestra contempla universidades de diferentes tamaños, con un mínimo de 158 y un máximo de 1759 docentes de tiempo completo (variable P1.1). Existe una concentración de un 79,2% en universidades con un número de docentes en ETC inferior a 569.

Con relación a los investigadores, en promedio existen 32 investigadores senior. Como se puede observar, la muestra también presenta bastante dispersión en el número de docentes en equivalentes de tiempo completo (desviación típica de 392) y el número total de investigadores (desviación de 132). Es decir, el grupo es heterogéneo. En cuanto a la composición por tipo de investigadores según la clasificación de Colciencias, se observa un número representativo de investigadores Junior con relación a los denominados Asociados y Seniors. De forma global, se observa que el 70,8% de las universidades tienen un número total de investigadores reconocidos por Colciencias inferior a 196.

Con relación al puesto que ocupan las universidades en el ranking U-Sapiens (P0.2\_rank), están presentes universidades ubicadas en todos los cuartiles (Q1 a Q4), presentándose una mayor concentración de universidades clasificadas por debajo del puesto 21 (54,2%).

Tabla 28. Estadísticos descriptivos - Datos cuantitativos discretos 1

Estadístico	P0.2_Rank	P1.1_Doc _ETC	P2.1_Num _Inv_S	P2.2_Num _Inv_A	P2.3_Num _Inv_J	P2.4_Num _Tot_Inv	P9.2_Ano _Ini_TTU	P10.1_ Suma	P14.2_Ano _Ant_OTT	P15_An_ Exp_Resp
No. de observaciones	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Mínimo	2,00	158,00	2,00	10,00	17,00	44,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	73,00	1759,00	174,00	148,00	321,00	643,00	50,00	127,00	50,00	15,00
1° Cuartil	11,00	260,00	11,00	33,00	55,00	100,00	3,00	0,00	3,00	4,00
Mediana	17,00	351,00	19,00	43,00	77,00	134,00	5,00	4,00	6,00	5,00
3° Cuartil	35,00	472,00	33,00	67,00	101,00	210,00	10,00	53,00	10,00	6,00
<b>Media</b>	24,00	477,00	32,00	55,00	89,00	175,00	8,00	31,00	8,00	6,00
Varianza (n-1)	347,00	153851,00	1514,00	1258,00	4031,00	17543,00	101,00	1751,00	104,00	14,00
Desviación típica (n-1)	19,00	392,00	39,00	35,00	63,00	132,00	10,00	42,00	10,00	4,00

P0.2\_Rank: Lugar que ocupa la universidad con relación al ranking U-Sapiens.

P.1.1\_Doc\_ETC: Número de docentes en equivalentes a tiempo completo.

P2.1\_Num\_Inv\_S: Número de investigadores clasificados en Senior de acuerdo con Colciencias.

P2.2\_Num\_Inv\_A: Número de investigadores clasificados en Asociado de acuerdo con Colciencias.

P2.3\_Num\_Inv\_J: Número de investigadores clasificados en Junior de acuerdo con Colciencias.

P2.4\_Num\_Tot\_Inv: Número total de investigadores clasificados en Colciencias.

P9.2\_Ano\_Ini\_TTU: Años de experiencia en comercialización de transferencia tecnológica formal.

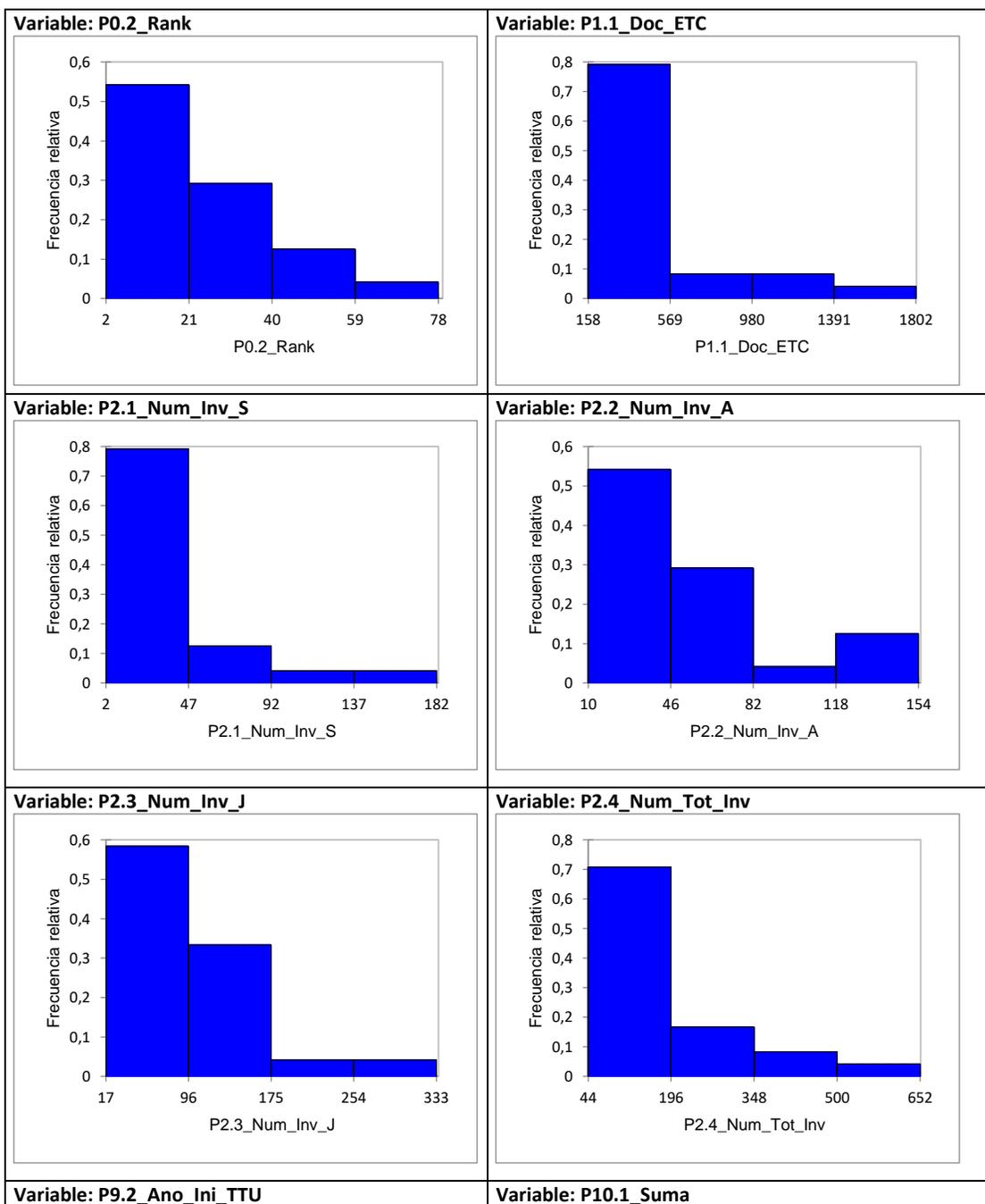
P10.1\_Suma: Total de acuerdos de licencia, contratos de cooperación tecnológica y empresas Spin-Off.

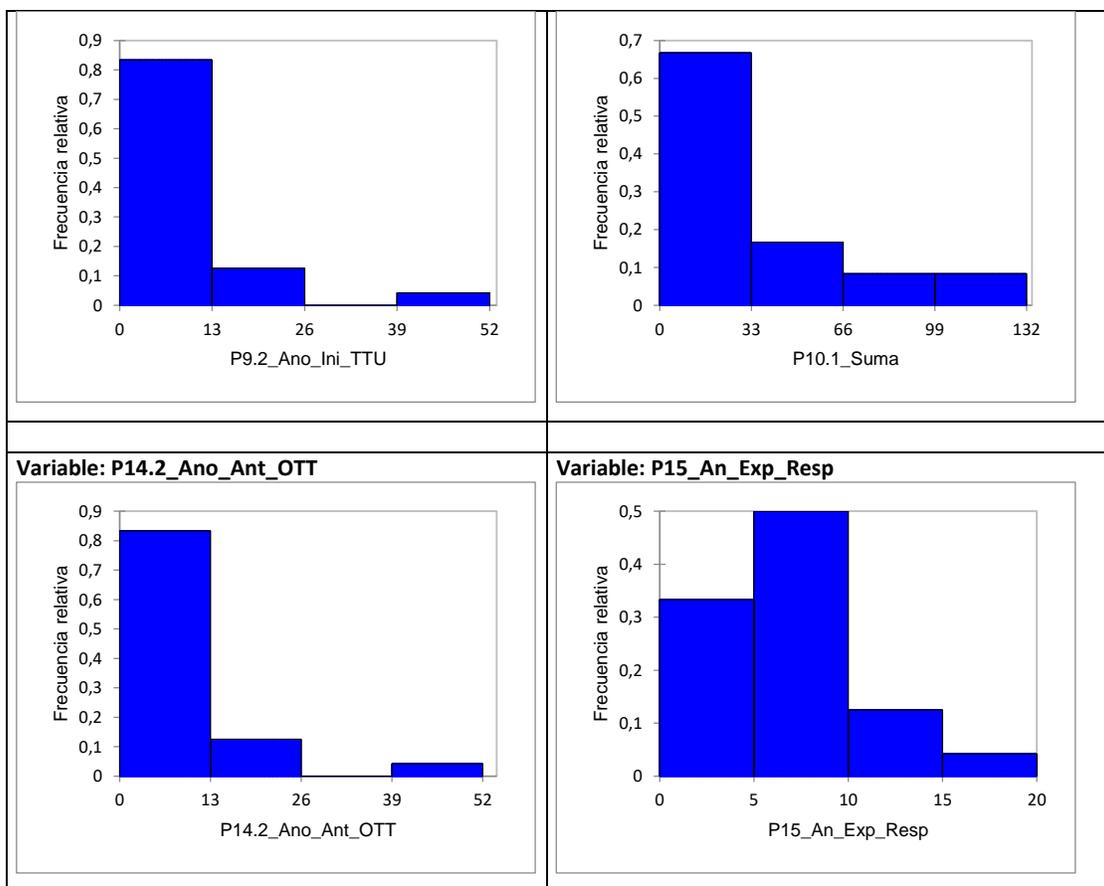
P14.2\_Ano\_Ant\_OTT: Años de creación de la unidad a cargo de las actividades de transferencia y comercialización de tecnología.

P15\_An\_Exp\_Resp: Número de años de experiencia de la persona encargada de la transferencia y comercialización de tecnología.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Histogramas de variables cuantitativas discretas 1





Fuente: elaboración propia

En la Tabla 29 se presenta información relacionada con la dimensión comercial de los procesos de transferencia, las oficinas de transferencia y las políticas de incentivos. Se observa que el tamaño de las oficinas de transferencia es en promedio de 4 personas. Con relación al total de divulgaciones recibidas, la media es de que 56, un nivel que se puede considerar bajo. Por otra parte, de la muestra de las universidades se encontró que la solicitud de patentes tuvo una media de 22 con un máximo de 89. No obstante, las patentes totales reconocidas solo fueron en promedio de 13 con un máximo de 44 y un mínimo de 0. De hechos, los histogramas muestran que las patentes de la mayoría de universidades están ubicadas en cero. Por último, con relación al total de licenciamientos logrados, la media fue de 2.

Tabla 29. Estadísticos descriptivos - Datos cuantitativos discretos 2

Estadístico	P16_Num _prof	P24.2_Can _Inc_TTU	P30.1_Tot_ Div_Rec	P31.1_Tot _Div_Sel	P32.1_Tol _Sol_pat	P33.1_Tot_ Pan_Mod_con	P35_Tot_ Pat_Mod_PCT	P38_Tot _Lic	P39_Num _Lic_Ing
No. de observaciones	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	11,00	15,00	420,00	173,00	89,00	44,00	28,00	31,00	24,00
1° Cuartil	2,00	6,00	8,00	5,00	5,00	3,00	0,00	0,00	0,00
Mediana	3,00	10,00	15,00	11,00	13,00	7,00	0,00	0,00	0,00
3° Cuartil	5,00	11,00	50,00	37,00	38,00	18,00	2,00	2,00	1,00
<b>Media</b>	4,00	9,00	56,00	33,00	22,00	13,00	4,00	2,00	2,00
Varianza (n-1)	8,00	15,00	10207,00	2272,00	595,00	217,00	61,00	42,00	25,00
Desviación típica (n-1)	3,00	4,00	101,00	48,00	24,00	15,00	8,00	6,00	5,00

P16\_Num\_prof: Número de profesionales que apoyan los procesos de transferencia y comercialización de tecnologías.

P24.2\_Can\_Inc\_TTU: Cantidad de incentivos que se emplean para promover la transferencia tecnológica.

P30.1\_Tot\_Div\_Rec: Total de divulgaciones de tecnología recibidas por la universidad.

P31.1\_Tot\_Div\_Sel: Total de divulgaciones de tecnología seleccionadas a ser protegidas recibidas por la universidad.

P32.1\_Tot\_Sol\_pat: Total de solicitudes de patentes registradas ante la SIC.

P33.1\_Tot\_Pan\_Mod\_con: Total de patentes de invención y modelos de utilidad concedidos por la SIC.

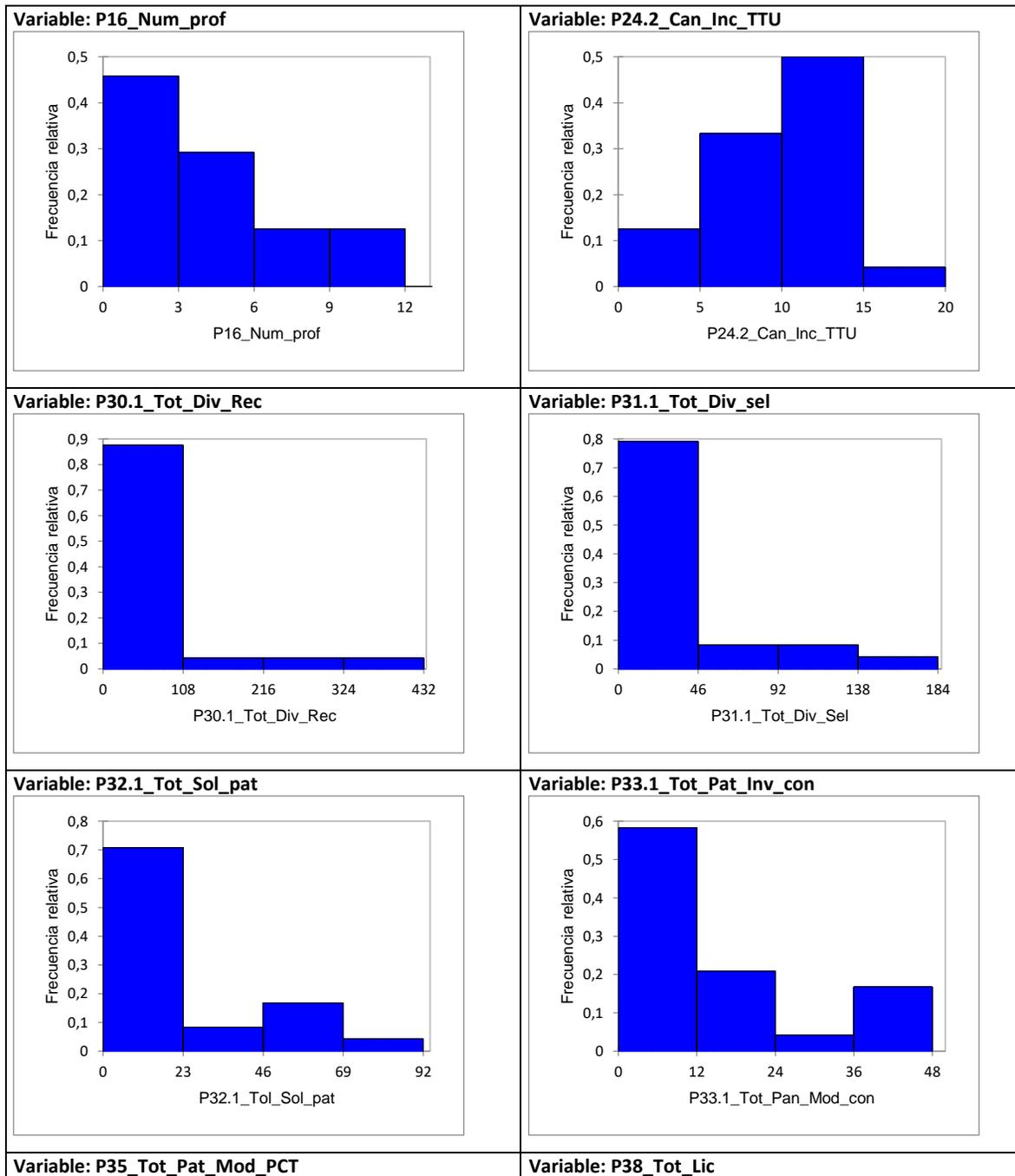
P35\_Tot\_Pat\_Mod\_PCT: Total de patentes de invención y modelos de utilidad concedidos por la PCT.

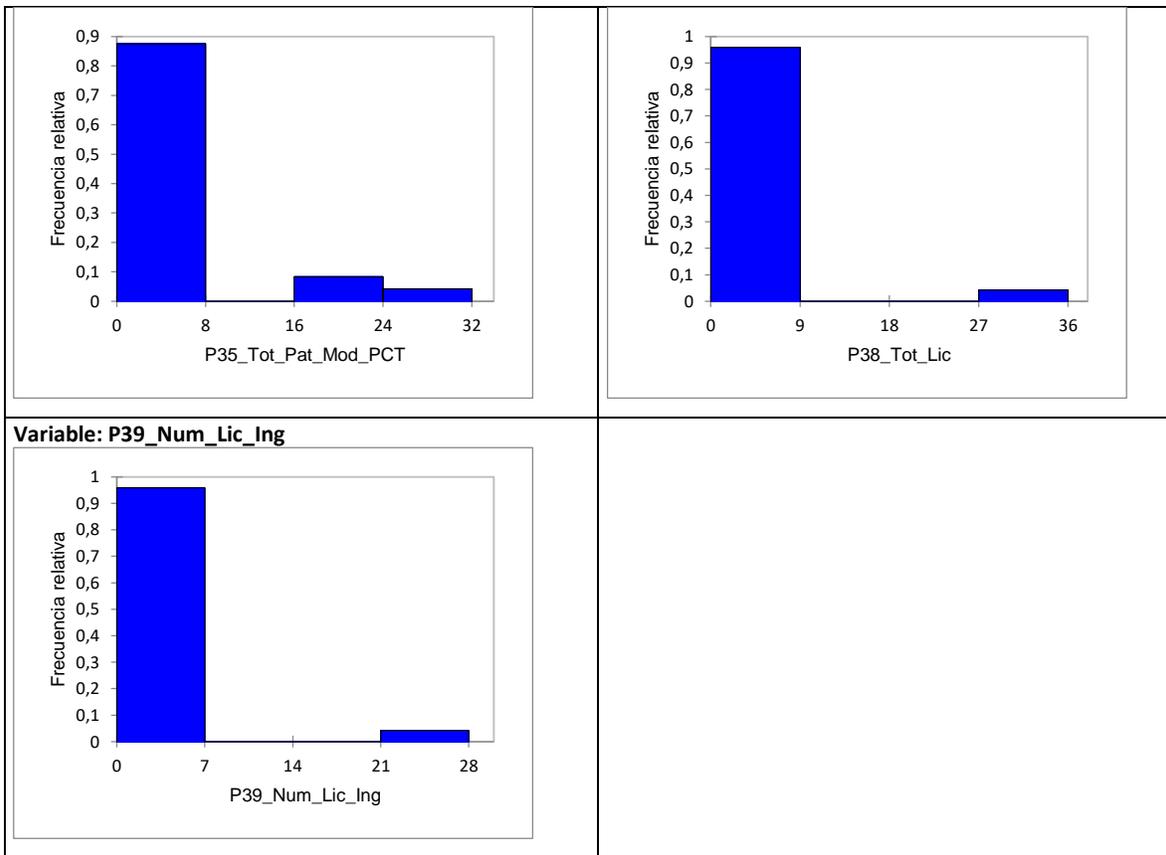
P38\_Tot\_Lic: Total de licenciamiento realizados por la Universidad.

P39\_Num\_Lic\_Ing: Número de licencias que han generado ingresos a la Universidad.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Histogramas de variables cuantitativas discretas 2





Fuente: elaboración propia

Los histogramas indican que el 83,3% de las universidades de la muestra realizan procesos de transferencia tecnológica en un periodo inferior a 13 años, con una mediana de 5 años (ver histograma de la variable P9.2). Esto deja ver que la transferencia es un proceso reciente en las universidades colombianas, lo cual está en consonancia con el estudio realizado por Lizarazo et al. (2015).

De otra parte, el 45,8% de las universidades tienen un número de profesionales (P16\_Num\_Prof) que apoyan el proceso de comercialización y transferencia de tecnología no mayor a 3, con una mediana de 3, lo cual es acorde al trabajo realizado por Lizarazo et al. (2015) sobre la caracterización de los procesos de transferencia en las universidades públicas colombianas.

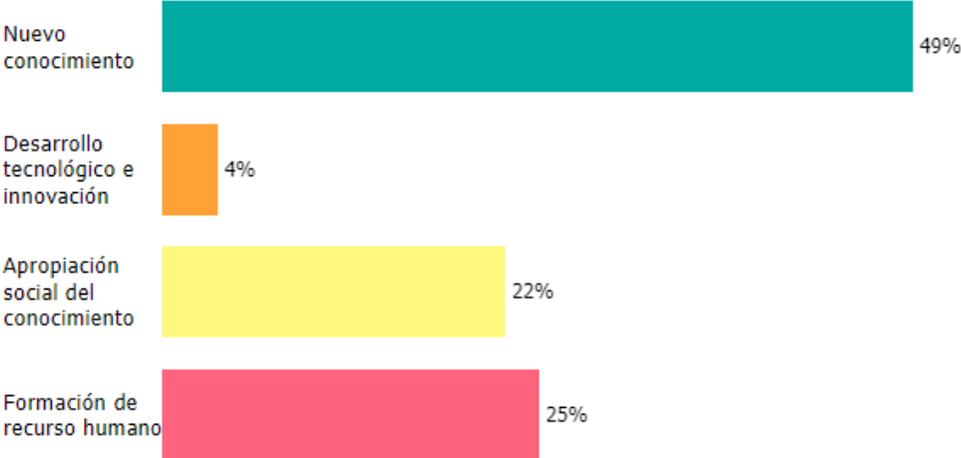
Los incentivos (Variable P24.2\_Can\_Inc\_TTU) son estrategias utilizadas por la universidades con el fin de facilitar los procesos de transferencia tecnológica para vincular a los investigadores como agentes activos en las relaciones de colaboración con el sector

industrial (Stezano, 2011). Dentro de las estadísticas obtenidas, se observa que el 45,8% de las universidades de la muestra utilizan una variedad de incentivos inferior a 5, con una mediana de 10. Esto deja ver que las universidades colombianas utilizan una amplia gama de incentivos con el fin de involucrar a los investigadores en las actividades de comercialización de tecnología.

Con respecto a la cantidad de mecanismos utilizados para realizar los procesos de transferencia formal (acuerdos de licencia, contratos de cooperación tecnológica y creación de spin-off) por parte de las universidades en un periodo de tiempo de 5 años (ver datos de la variable P10.1\_Suma en la Tabla 28 y en el histograma de la Figura 12), se observa que el 66,7% de las mismas presentan una cantidad inferior a 33, con una mediana de 4, lo que deja ver que las universidades colombianas presentan un bajo nivel de transferencia tecnológica formal. Es posible que esto indique que las universidades se encuentren más volcadas a los procesos de transferencia informal (conferencias, publicaciones, consultorías, capacitaciones, pasantías, entre otros).

En línea con esta información, a continuación en la Figura 14 se muestra cómo se encuentra conformada la producción científica de los grupos de los investigación en Colombia para el año 2016. Se observa que la producción asociada al Desarrollo Tecnológico realizada por las universidades, donde se produce gran parte de la transferencia tecnológica formal, solo representa un 4%.

Figura 14. Producción científica de los grupos de investigación en Colombia



Fuente: Información tomada de Minciencias (2016)

A pesar de esto, también es importante indicar que dentro de la producción de Nuevo Conocimiento también se contemplan mecanismos de transferencia formal y en el caso de los grupos de investigación es el item con mayor producción. Allí se evidencia que el 98,99% corresponde a artículos de investigación, capítulos de libros, etc, y solo un 1% lo que respecta a patentes, modelos de utilidad y variedades animales y vegetales.

Figura 15. Productos de Nuevo conocimiento de los grupos de investigación en Colombia



Fuente: Información tomada de Minciencias (2016)

Al analizar los mecanismos de transferencia tecnológica formal utilizada por las universidades de la muestra, se observa que existe una concentración del 72,9% en los contratos de cooperación tecnológica, de un 25,3% en los acuerdos de licencia y solo un 1,7% en la creación de empresas de base tecnológica (ver Tabla 30).

Tabla 30. Estadísticos descriptivos (P10.1\_Suma)

Mecanismo	2014	2015	2016	2017	2018	Frecuencia	Frec. Relativa (%)
ALR	18	29	24	39	35	145	21,0
ALG	4	3	1	2	20	30	4,3
CT (BC)	11	11	30	29	31	112	16,2
CT (C)	68	74	72	90	88	392	56,7
EBT (SO)	1	0	1	2	8	12	1,7

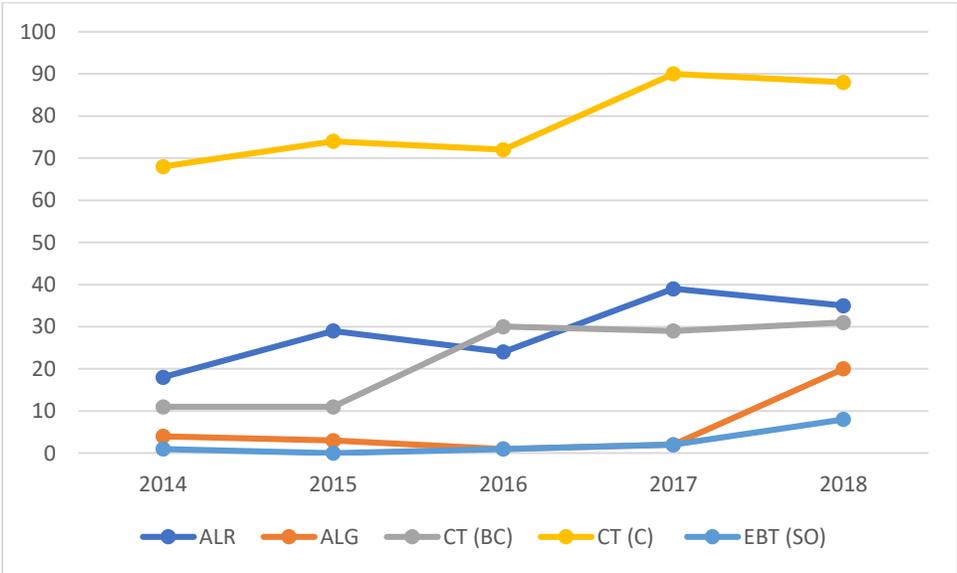
ALR: Acuerdos de licencias remunerados; ALG: Acuerdos de licencia gratuitos; CT (BC): Cooperación Tecnológica bajo contrato; CT (C): Cooperación tecnológica conjunta; EBT (SO): Empresas de Base Tecnológica – Spin Off

Fuente: Elaboración propia

De otra parte se puede observar con relación a los acuerdos de licencia un incremento sustancial en los dos últimos años. Por ejemplo, del año 2016 a 2017 el total de incremento fue del 64%, y del año 2017 al 2018 de un 34,1%, lo que representa el 54,9% del total de acuerdos de licencia de los últimos cinco años. Esto se representa en la Figura 16 con la series ALR y ALG.

Por su parte, los contratos de cooperación presentan una variación entre años más uniforme, con variaciones que oscilan entre el 7% y el 20%. Por último, la creación de empresas de base tecnológica, presentan un incremento sustancial entre el año 2017 y 2018, de 300% lo cual puede presentar una relación directa con la expedición de la Ley 1838 de 2017, denominada la Ley Spin-Off Colombia.

Figura 16. Mecanismos formales de comercialización de tecnologías



ALR: Acuerdos de licencias remunerados; ALG: Acuerdos de licencia gratuitos; CT (BC): Cooperación Tecnológica bajo contrato; CT (C): Cooperación tecnológica conjunta; EBT (SO): Empresas de Base Tecnológica – Spin Off

Fuente: Elaboración propia

Al analizar el tiempo de existencia que tienen las unidades o los encargados de las actividades de transferencia y comercialización de tecnologías (variables P14.2 y P15), se evidencia que el 83,3% tienen un período de creación inferior a 13 años, con una mediana de 6 años, lo cual va en consonancia con las realidades presentadas en América Latina. Por ejemplo en México, desde la década de los años 1980 algunas universidades tenían entre sus objetivos institucionales la vinculación con sectores productivos (Garrido & Rondero, 2015), pero solo hasta el año 2009 cuando se modificó la Ley de Ciencia y

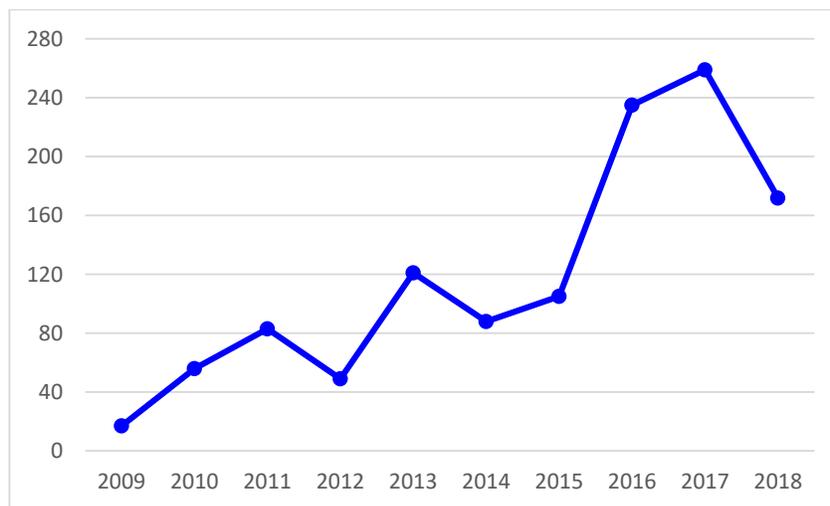
Tecnología para crear la figura de Unidades de Vinculación y Transferencia de Conocimiento (UVTC) se comenzó a consolidar la vinculación de las universidades con los sectores productivos y de servicios (Peña , 2014).

Con respecto a la experiencia de los encargados del proceso de transferencia tecnológica en las universidades de la muestra, el 83,3% tiene experiencia inferior a 10 años, con una mediana de 5. Lo anterior podría estar en consonancia con el tiempo que lleva de existencia las unidades o cargos evaluados en el punto anterior.

Con respecto a las cantidades de divulgaciones de tecnología recibidas por año (P30.1\_Tot\_Div\_Rec) por las unidades encargadas de los procesos de transferencia durante el periodo 2009-2018, el 87,5% tiene un número inferior a 108, con una mediana de 15, con un alto grado de desviación igual a 101.

Al analizar el grado de evolución del total de las divulgaciones realizadas por las universidades en el período 2009-2018, se observa que el 43,8% de las mismas fue recibido en un periodo de 7 años (2009-2015), mientras que el 56,2% se concentró en los 3 últimos años (2016-2018). El año que mayor número de divulgaciones recibidas fue el 2017 con un 21,9%. Esto permite evidenciar un crecimiento importante en los últimos años, pero también deja inferir dada la dispersión existente que hay pocas universidades con un alto volumen de divulgaciones recibidas (ver Figura 17).

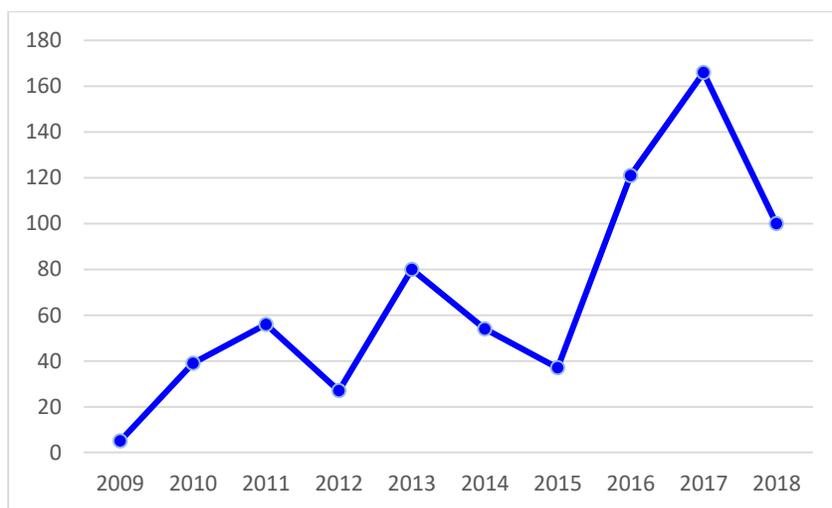
*Figura 17. P30\_Número de divulgaciones de tecnologías recibidas por año*



Fuente: Elaboración propia

De otra parte, el 79,2% de las universidades, tienen un número de divulgaciones de tecnologías seleccionadas para ser protegidas por año (P31.1\_Tot\_Div\_Sel) inferior a 46 con una mediana de 11 durante el periodo comprendido entre el año 2009 y 2018. Al contrastar con las divulgaciones presentadas con una mediana de 15, permite inferir que el 73,3% de lo que se presenta se selecciona para ser protegido. En la Figura 18 se presenta la evolución de la variable en el período analizado.

Figura 18. P31\_ Número de divulgaciones de tecnologías seleccionadas a ser protegidas

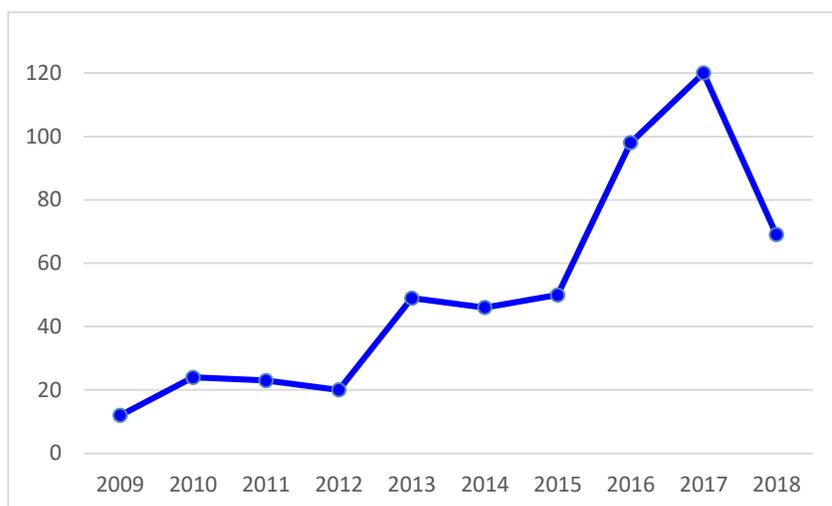


Fuente: Elaboración propia

Del total de divulgaciones seleccionadas para ser protegidas por las universidades de la muestra, se observa que el 43,5% de las mismas fue seleccionado en un periodo de 7 años (2009-2015), mientras que el 56,5% se concentró en los 3 últimos años (2016-2018). El año que mayor número de divulgaciones seleccionadas para ser protegidas fue el 2017 con un 24,2%, manteniendo la misma proporción de la variable divulgaciones presentadas.

En relación al número de solicitudes de patentes registradas por año ante la SIC (P32.1\_Tot\_Sol\_Pat), en el periodo comprendido entre al año 2009 y 2018, el 70,8% de las universidades presenta un número inferior a 23, con una mediana de 13. En la Figura 19 muestra la evolución de la variable en el período 2009-2018. Del total de solicitudes de patentes registradas por año ante la SIC por las universidades, se observa que el 43,8% de las mismas fueron registradas en un periodo de 7 años (2009-2015), mientras que el 56,2% se concentró en los 3 últimos años (2016-2018). El año que mayor número de registros tuvo fue el 2017 con un 23,5%.

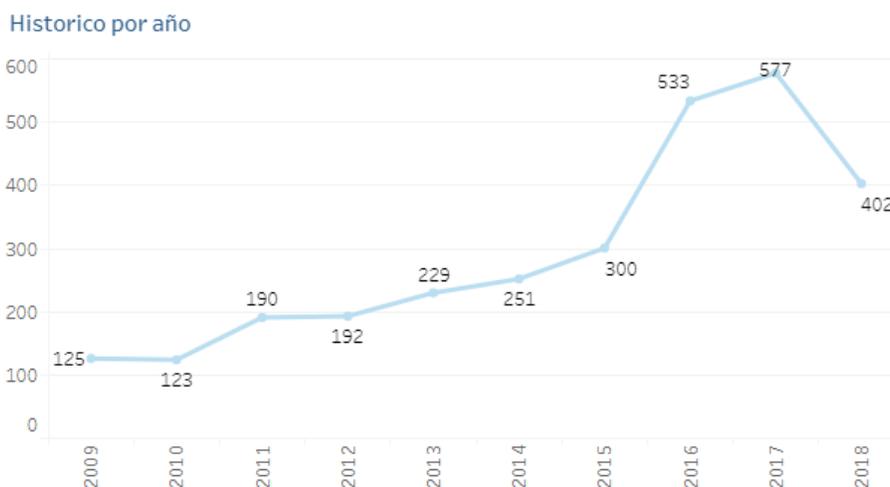
Figura 19. P32\_ Número de solicitudes de patentes registradas por año ante la SIC



Fuente: Elaboración propia

El comportamiento presentado por las universidades en Colombia es similar al mostrado por el país en el mismo periodo de tiempo, conforme se observa en la Figura 20.

Figura 20. Solicitudes presentadas por residentes ante la SIC



Fuente: Superintendencia de Industria y Comercio (2020)

El hecho que las universidades hayan aumentado el registro de patentes en los últimos años, puede estar relacionado con las políticas de apoyo en el trámite de solicitudes de patentes, el cambio de la forma de proteger y la forma de divulgar conocimiento en las

instituciones de educación superior. Al respecto, han surgido los siguientes programas e incentivos:

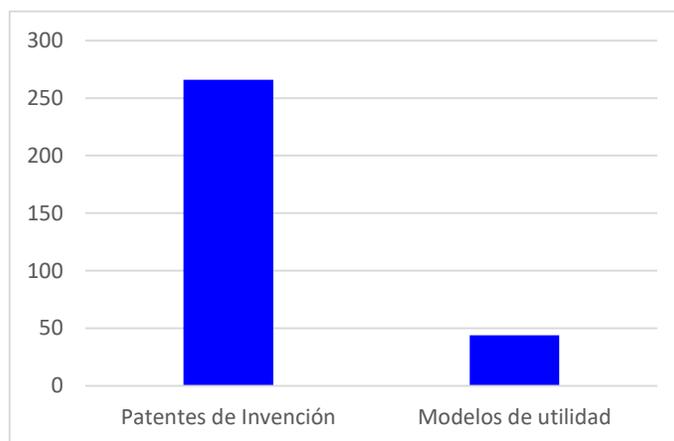
- Programa OMPI-FEM de asistencia legal para Inventores (PAI): el cual dio inicio en Colombia en abril de 2015, el cual vincula a organizaciones de países en desarrollo con abogados expertos en patentes quienes de forma gratuita prestan asistencia jurídica para ayudar a los inventores en los procedimientos para obtener patentes (OMPI, 2015).
- Premio Nacional del Inventor Colombiano: programa que durante los últimos años ha cobrado importancia y que busca fomentar el espíritu por el conocimiento científico, y que los participantes se apropien de las ventajas que surgen cuando la actividad investigativa e innovadora se desarrolla en el marco de una cultura de Propiedad Intelectual (SIC, 2020).
- La formación en propiedad intelectual y Centros CIGEPI – CATI: en el año 2015 el Banco de Patentes de la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) se transformó en el Centro de Información Tecnológica y Apoyo a la Gestión de la Propiedad Intelectual (CIGEPI), el cual se encarga de apoyar a los sectores científico, académico, tecnológico y empresarial proporcionando servicios de información, orientación especializada y capacitación en temas de propiedad intelectual. De esta manera se busca impulsar la investigación, innovación y desarrollo empresaria, mediante búsquedas tecnológicas de patentes y diseños, informes estadísticos y boletines tecnológicos, adicionalmente la SIC firmó un convenio en el año 2014 con la OMPI para hacer parte del programa de colaboración en la obtención y gestión de invenciones a partir de los CATI (Centros de Apoyo a la Tecnología y la Innovación) (SIC, 2015).

En lo concerniente a las patentes de invención y modelos de utilidad concedidas a la fecha por la SIC (P33.1\_Tot\_Pat\_Mod\_Con) a las universidades de la muestra, el 58,3% presenta un número inferior a 12, con una mediana de 7.

Según la Figura 21, se observa que el 85,8% de lo concedido por la SIC corresponde a patentes de invención y el 14,2% a modelos de utilidad. Esto indica que las universidades

están más volcadas a presentar nuevas invenciones de producto o procedimientos, que a la modificación de artefactos, herramientas, instrumentos, mecanismos entre otros que permitan una mejora que el objeto antes no tenía y mejore su utilidad.

Figura 21. P33\_ Número total de patentes de invención y modelos de utilidad concedidos por la SIC

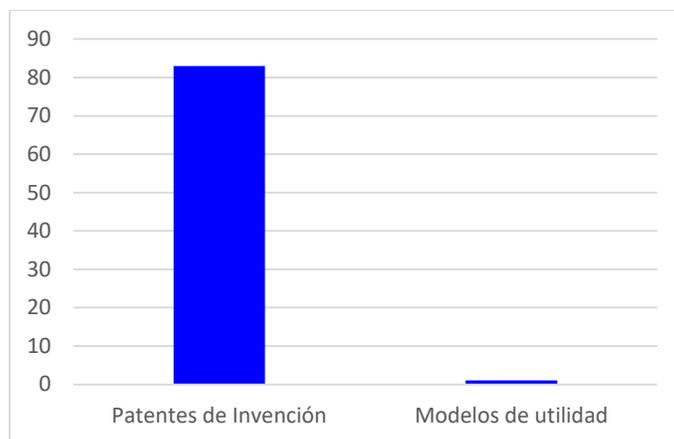


Fuente: Elaboración propia

De otra parte, se tiene que el 87,5% de las universidades de la muestra tiene un número de patentes de invención y modelos de utilidad que han sido concedidos a la fecha, por parte de la PCT (Tratado de cooperación en materia de patentes), inferior a 8, con un mediana de 0. Esto deja ver que son muy pocas universidades que protegen sus patentes a nivel internacional, que lo hacen principalmente a nivel nacional, y que aquellas que lo hacen, lo realizan con un número bajo de sus patentes. Lo anterior puede estar ligado a los costos asociados por cada patente que se presente en el marco de la PCT, que contempla inicialmente el cobro de tres tasas (tasa de presentación internacional, tasa de búsqueda y tasa de transmisión) que en general podría llegar a 2.400 francos suizos equivalente a una suma aproximada de diez millones de pesos colombianos, mientras que las presentaciones a nivel nacional por intermedio de la SIC está alrededor de los dos millones de pesos.

Según la Figura 22, se observa que el 98,8% de lo concedido por parte de la PCT corresponde a patentes de invención, y un 1,2% a modelos de utilidad.

Figura 22. P35\_ Número total de patentes de invención y modelos de utilidad concedidos por la PCT

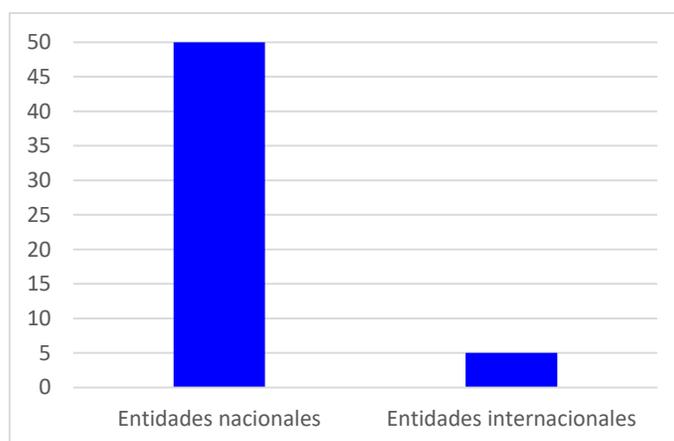


Fuente: Elaboración propia

En relación al número de licenciamientos realizados por las universidades de la muestra (P38\_Tot\_Lic), se encuentra que el 95,8% ha licenciado en organizaciones nacionales e internacionales un número inferior a 9, con una mediana de 0. Lo anterior deja en evidencia un bajo nivel de licenciamiento por parte de las universidades.

De acuerdo con la Figura 23, el licenciamiento realizado por las universidades por tipo de organización nacional o internacional, sin tener en cuenta licenciamiento de software, se ha realizado en un 90,9% en empresas nacionales y en un 9,1% en empresas internacionales.

Figura 23. P38\_ Número de licenciamientos realizados por tipo de entidad

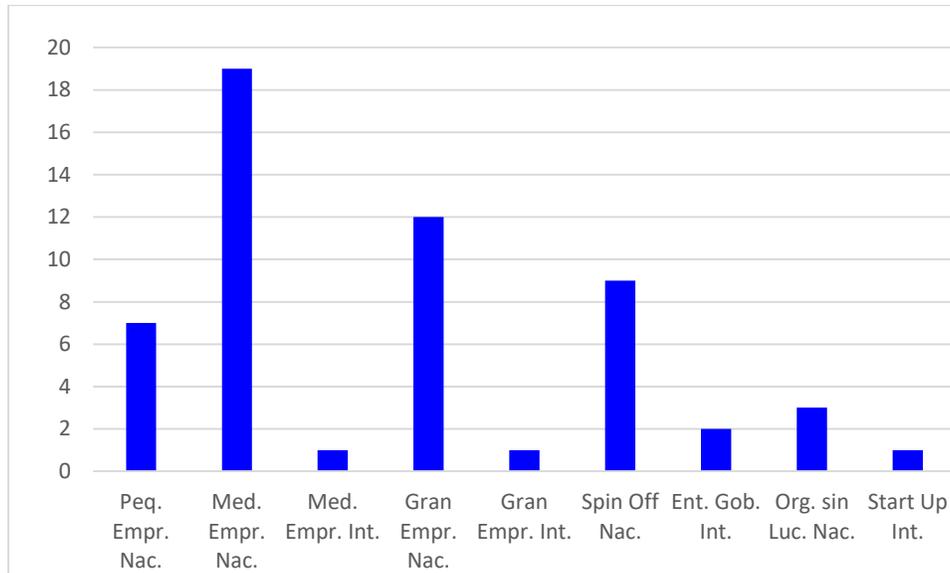


Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Figura 24, con relación al tipo de organizaciones nacionales a las cuales se le ha realizado licenciamiento, el 34,5% corresponde a medianas empresas, el 21,8% a grandes empresas, el 16,4% a Spin-Off, el 12,7% a pequeñas empresas y el 5,5% a organizaciones sin ánimo de lucro. En cuanto a las organizaciones internacionales el 3,6%

corresponde a entidades gubernamentales y el 1,8% a medianas empresas, este mismo porcentaje se presenta para grandes empresas y para las start-up.

Figura 24. P38\_ Número de licenciamientos realizados por tipo de organización



Fuente: Elaboración propia

Por último, es importante indicar que el 95,8% de las universidades de la muestra presenta un número de licencias que les han generado ingresos (P39\_Num\_Lic\_Ing) inferior a 7, con una mediana de cero, lo cual representa en relación al número de patentes y modelos de utilidad de la universidad sólo un 11,3%. Es decir, la mayoría de universidades producto de las actividades de licenciamiento no han generado ingresos, y en general no tienen muchas licencias que les estén generando ingresos. Esto podría dejar entrever una falta de articulación entre las universidades y la industria, con respecto a conocer las necesidades reales de la industria colombiana y suplir mediante resultados de investigación y estudios de mercados previos dichas necesidades.

### 6.3 Estadísticas descriptivas de las variables cuantitativas continuas

En la siguiente tabla, se presentan los estadísticos descriptivos de las variables cuantitativas continuas contempladas en el estudio. Según se observa en la Tabla 31, las variables analizadas presentan un alto grado de dispersión. Existen universidades con niveles bajos y altos de inversión en investigación y desarrollo mediante la destinación del uso de recursos propios, privados y públicos, y los gastos internos asociados a la protección

de propiedad intelectual. Adicionalmente, también se presentan los correspondientes histogramas de las variables analizadas las cuales se aprecian en la Figura 25.

Según la Tabla 31, con respecto al porcentaje de recursos propios destinados a actividades de I+D (P4.2\_Por\_Rec\_Pro\_ID), las universidades de la muestra destinan 3,23% de sus recursos totales, con una mediana de 1,84%. De los recursos externos (P5.2\_Por\_Rec\_Pub\_ID / P6.2\_Por\_Rec\_Priv\_ID)), en promedio el 1,99% viene del gobierno y el 0,43% de la industria. El porcentaje de regalías asignado a los inventores producto de la comercialización de sus invenciones (P26\_Porc\_Reg) es en promedio de 19,93%, con una mediana de 30%. Además, el promedio de recursos asignados para los gastos asociados a la protección de propiedad intelectual (P36.1\_Por\_Rec\_Pro\_PI) es de 0,05% con relación a los ingresos operacionales.

Tabla 31. Estadísticos descriptivos (Datos cuantitativos continuos)

Estadístico	P4.2_Por_Rec_Pro_ID	P5.2_Por_Rec_Pub_ID	P6.2_Por_Rec_Priv_ID	P26_Porc_Reg	P36.1_Por_Rec_Pro_PI	P40_Ing_Rec_Com
No. de observaciones	24	24	24	24	24	24
Mínimo	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	9,01	14,10	2,15	40,00	0,25	1658,00
1° Cuartil	1,25	0,63	0,03	0,00	0,02	0,00
Mediana	1,84	0,99	0,19	30,00	0,03	0,00
3° Cuartil	5,17	2,30	0,54	30,00	0,06	1,13
Media	3,23	1,99	0,43	19,93	0,05	87,43
Varianza (n-1)	8,19	8,40	0,35	262,26	0,00	123815,58
Desviación típica (n-1)	2,86	2,90	0,59	16,19	0,06	351,87

P4.2\_Por\_Rec\_Pro\_ID: Porcentaje de recursos propios destinados a actividades de I+D con respecto a los ingresos operacionales.

P5.2\_Por\_Rec\_Pub\_ID: Porcentaje de recursos públicos destinados a actividades de I+D con respecto a los ingresos operacionales.

P6.2\_Por\_Rec\_Priv\_ID: Porcentaje de recursos privados destinados a actividades de I+D con respecto a los ingresos operacionales.

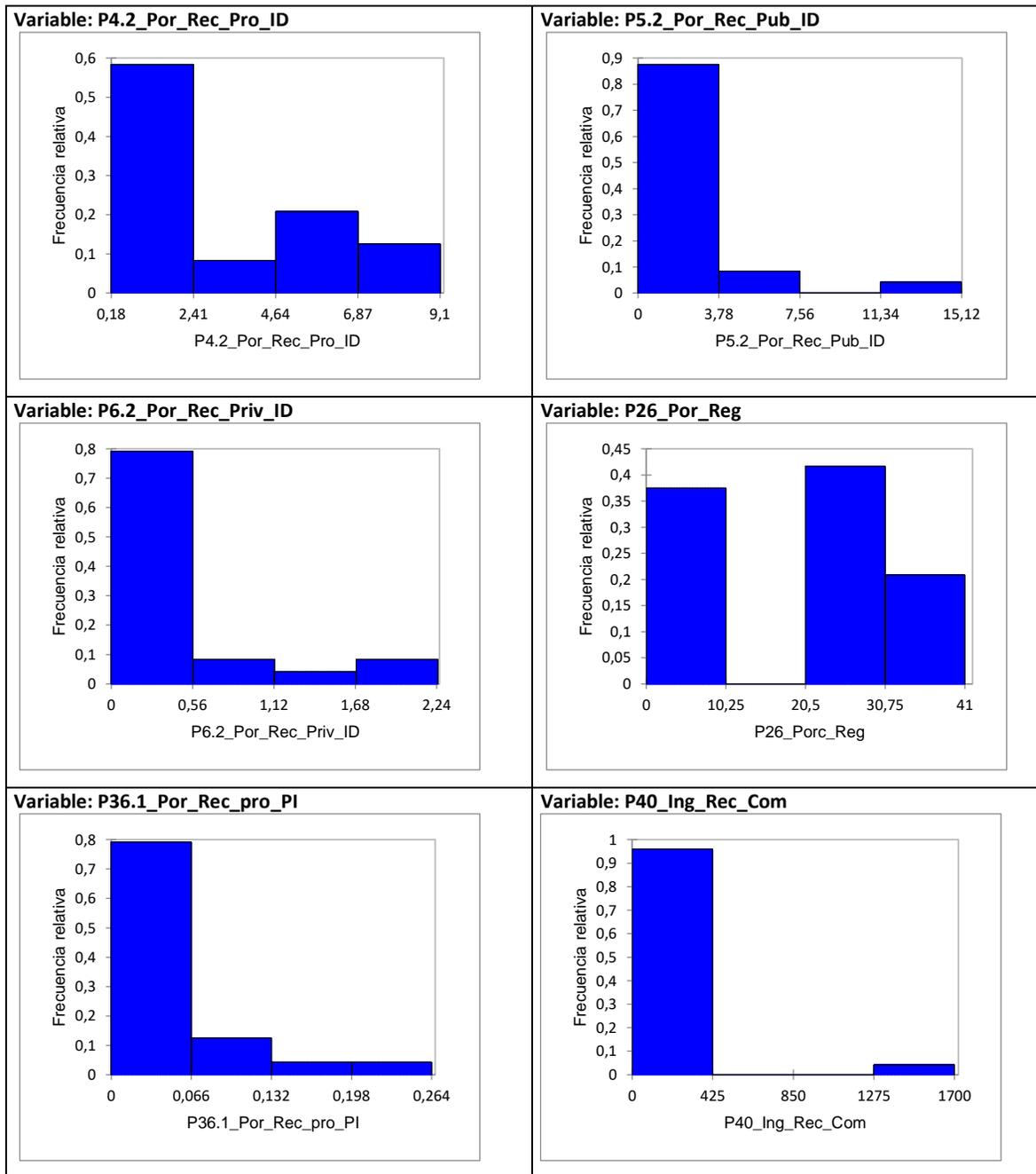
P26\_Porc\_Reg: Porcentaje de regalías asignado a los investigadores producto de la comercialización de sus invenciones.

P36.1\_Por\_Rec\_Pro\_PI: Porcentaje de recursos propios asignados para los gastos asociados a la protección de PI en relación con los ingresos operacionales.

P40\_Ing\_Rec\_Com: Monto anual promedio de ingresos que han recibido por año las universidades por la comercialización de tecnologías protegidas.

Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Histogramas de variables cuantitativas continuas



Fuente: elaboración propia

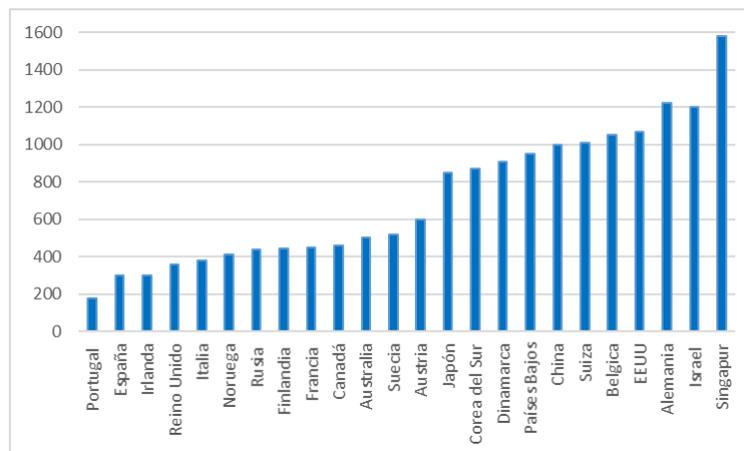
De acuerdo a la información obtenida, para 2019 la mediana en unidades monetarias de los recursos propios destinados a I+D es aproximadamente de 4.200 millones de pesos. Con un tipo de cambio de \$3000 pesos, esto equivale a un monto en dólares de US \$ 1.400.000. Con relación a este dato, vale la pena indicar que la universidad más grande del país (Universidad Nacional de Colombia) reporta una inversión propia en I+D de

aproximadamente \$300.000 millones de pesos correspondiente a un 25% de sus ingresos operacionales (equivalentes a US\$ 100 millones de dólares) (La República, 2018).

En términos comparativos, las cinco universidades de Estados Unidos que más invierten en investigación y desarrollo (I+D), tienen una asignación de recursos propios que oscila entre US\$1.350 y US\$2.560 millones de dólares (NSF, 2019). De acuerdo ranking elaborado por la National Science Foundation, la universidad Estatal de Cleveland quien se encuentra en la posición 164, invierte en la misma proporción que la Universidad Nacional de Colombia, y a partir de la posición 613 las universidades norteamericanas invierten menos de un millón doscientos mil dólares.

En la Figura 26, se puede apreciar el gasto promedio en I+D por universidades en el mundo con producción investigadora en el año 2017. De acuerdo con los datos, Colombia estaría debajo de Portugal quien invierte casi US\$200 millones de dólares en I+D.

Figura 26. Gasto de I+D por universidad



\* Gasto 2017 en I+D (millones de dólares constantes 2010) por universidad con producción investigadora en 2017

Fuente: Elaboración propia con datos de Main, Science and Technology Indicators. OECD Database (2019)

Respecto al porcentaje de recursos recibidos por las universidades de la muestra provenientes de entidades del Estado destinados a actividades de I+D, el 87,5% recibió un porcentaje inferior al 3,78%, con una mediana de 0,99%. De otra parte, el 79,2% de las universidades manifestó recibir recursos provenientes de entidades privadas para invertir en I+D, en un porcentaje inferior al 0,56% de los recursos totales y con una mediana de 0,19. Lo anterior permite evidenciar que las principales fuentes para promover la I+D en las

universidades de la muestra, proviene principalmente de recursos propios y de fuentes externas públicas. Las medianas de valores monetarios de inversión con recursos propios, públicos y privados es de 4.200, 1.486 y 477 millones de pesos respectivamente.

Es importante mencionar que en la Cámara del Congreso de Colombia, avanza el proyecto de Ley 238 de 2019, mediante el cual las universidades públicas podrán acceder de manera prioritaria y preferencial a los recursos del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías, con el fin de que puedan financiar proyectos investigativos o de desarrollo científico.

Con relación al porcentaje asignado para los gastos asociados a la protección de la propiedad intelectual, el 79,2% de las universidades asigna un porcentaje inferior al 0,066%, con una mediana de 0,03%, equivalente a 52,5 millones de pesos.

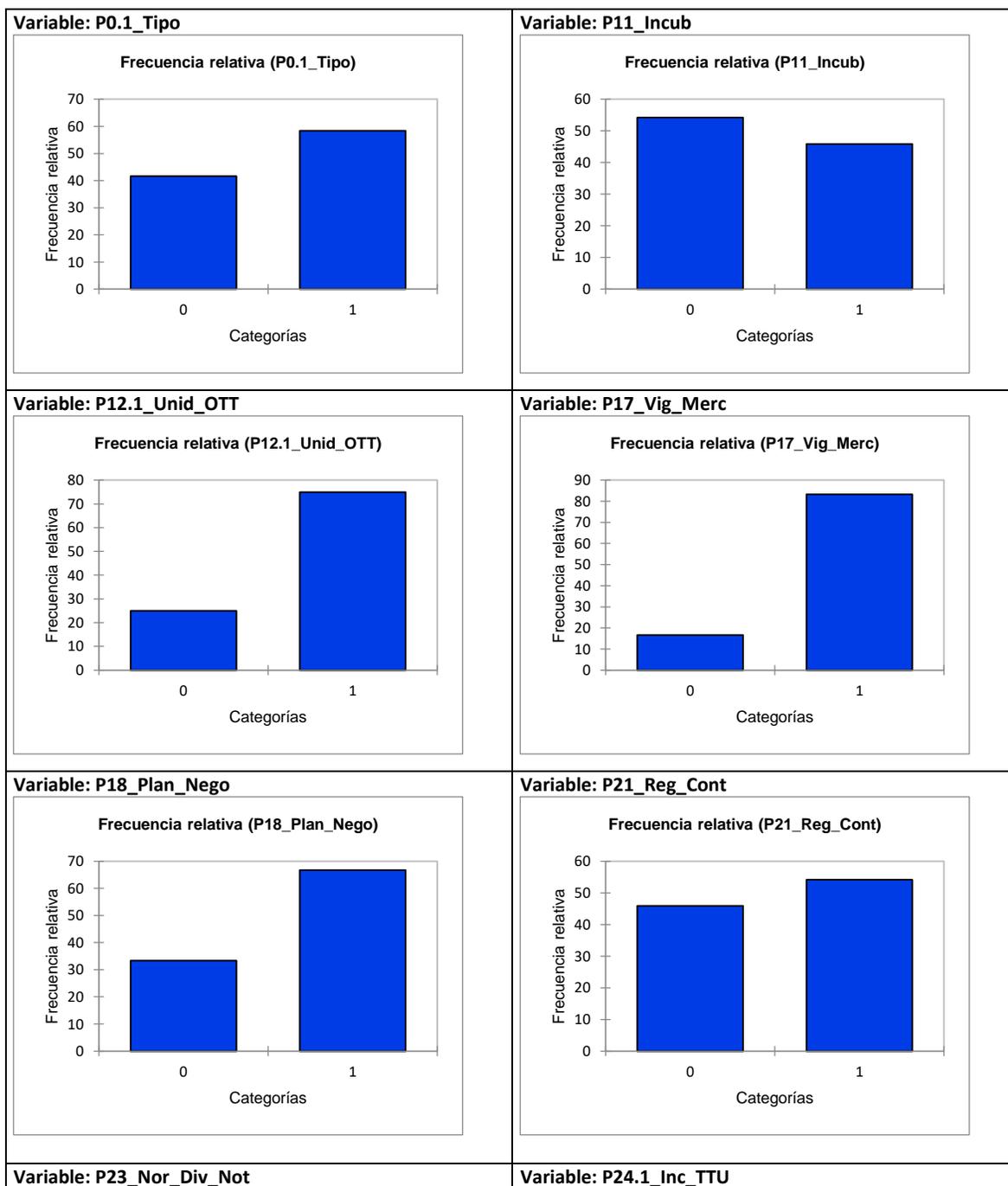
Una forma de incentivar a los investigadores en la comercialización de sus invenciones es mediante la asignación de regalías. Al respecto, el 79,2% de las universidades de la muestra asigna un porcentaje de regalías inferior al 30,75%, con una mediana del 30%.

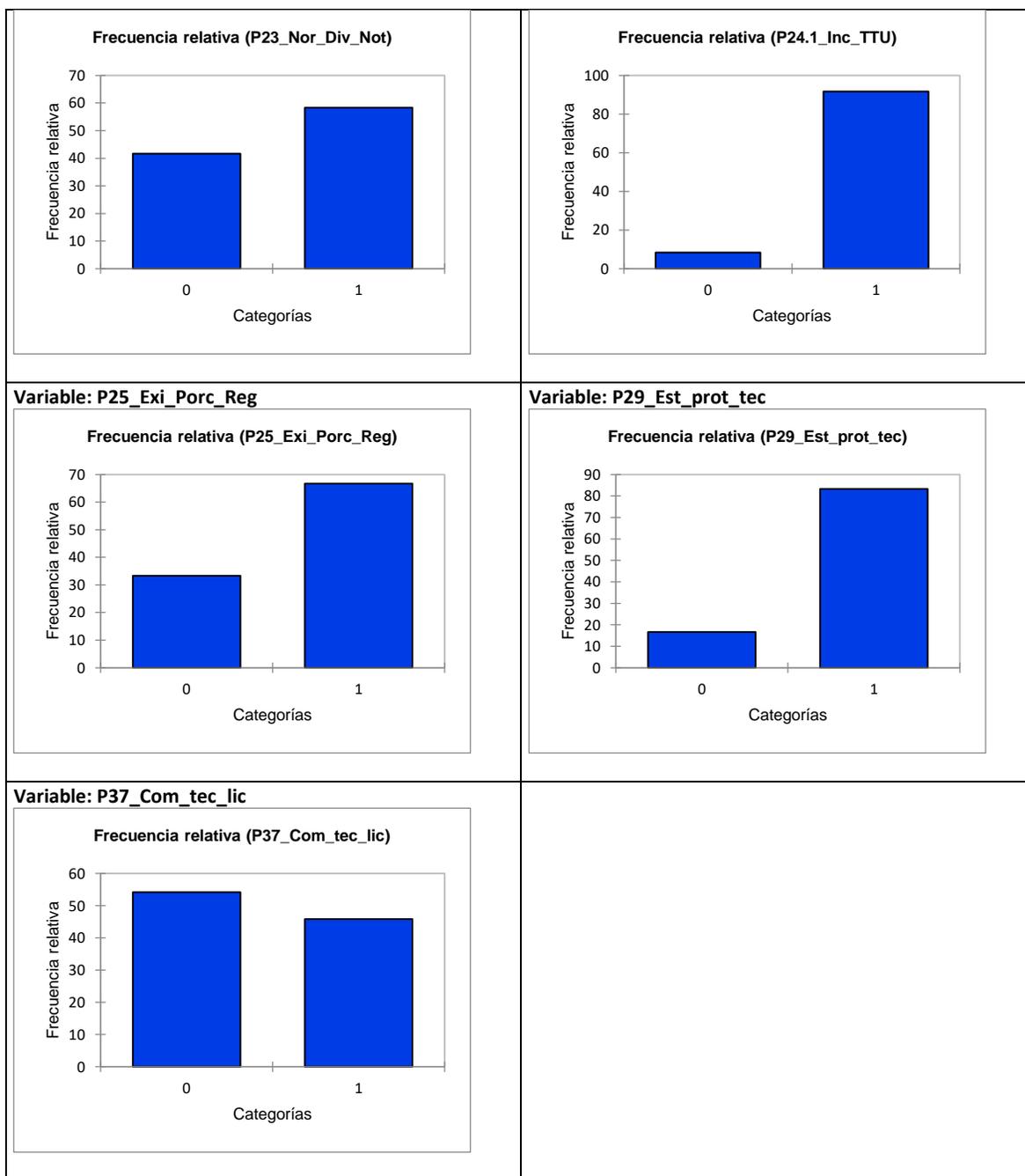
Por último, el 95,8% de las universidades tiene unos ingresos anuales por año en un monto inferior a los \$425 millones de pesos derivados de la comercialización de las tecnologías protegidas, con una mediana de 0. Lo anterior permite evidenciar que la mitad de las universidades de la muestra no han comercializado tecnologías que les permitan recibir ingresos por dicho concepto. Se puede afirmar que solo algunas universidades alcanzan a reunir ingresos que les permiten cubrir el monto asignado a la protección de la propiedad intelectual (\$52,5 millones) y queda un remanente muy pequeño con respecto al gasto en I+D con recursos propios asignado por las universidades (\$4.200 millones).

#### **6.4 Estadística descriptiva de las variables cualitativas con única respuesta**

A continuación, se presentan los gráficos de barras junto con los estadísticos descriptivos de las variables cualitativas con única respuesta.

Figura 27. Histogramas de variables cuantitativas continuas





Fuente: elaboración propia

De acuerdo con los histogramas, las universidades de la muestra se encuentran distribuidas en un 41,7% de tipo público y un 58,3% de tipo privado. Con respecto a la incorporación de intermediarios que fortalezcan los procesos de comercialización de tecnologías, el 45,8% de las universidades manifiesta contar con incubadoras de empresas. Por otra parte, el 75% manifestó tener una unidad encargada de realizar las actividades de transferencia y comercialización de tecnología.

Con respecto a la realización de actividades encaminadas a mejorar los procesos de comercialización y transferencia de tecnología, el 83,3% de las universidades de la muestra manifiesta realizar actividades de vigilancia de mercado para identificar clientes potenciales interesados en las tecnologías producidas por la institución. Adicionalmente, el 66,7% de las universidades declara elaborar planes de negocio para el desarrollo de las tecnologías a comercializar.

En relación a normativas que acompañen los procesos de comercialización de tecnologías por parte de las universidades, el 54,2% indica que cuentan con regulaciones orientadas a la celebración de contratos de I+D con la industria. De la misma manera, el 58,3% de las universidades, dice contar con normativas documentadas para la divulgación y notificación de inventos. Además, el 83,3% de las mismas, manifiesta contar con criterios o estrategias que les permitan decidir cuáles tecnologías serán protegidas.

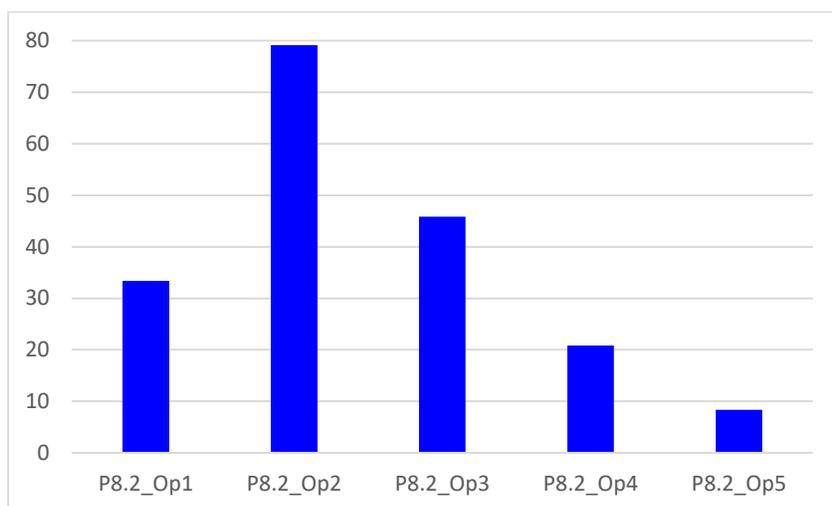
En cuanto a lo concerniente a incentivos, como estrategia para estimular el espíritu empresarial de los investigadores y de esta manera promover las actividades de transferencia tecnológica al interior de la universidad, el 91,7% de la muestra dijo utilizar diferentes tipos de incentivos. Con respecto a la asignación de porcentajes de regalías para inventores producto de la comercialización de sus invenciones, el 66,7% de las universidades manifiesta contar con este tipo de incentivo. Por último, respecto a la comercialización de tecnologías propias por parte de las universidades a través de licenciamientos a empresas u otro tipo de organizaciones, el 45,8% dijo haber comercializado sus tecnologías.

## **6.5 Estadística descriptiva de las variables cualitativas con múltiples respuestas**

A continuación, se presentan los estadísticos descriptivos de las variables cualitativas con múltiple respuesta y sus correspondientes histogramas. La literatura considera que tener un enfoque claro por parte de las universidades hacia las actividades de transferencia tecnológica es soporte fundamental para el logro de buenos resultados. Lo anterior se puede evidenciar mediante la definición de objetivos institucionales claros cuyo propósito sea la transferencia de tecnología (Conti & Gaule, 2011; Debackere & Veugelers, 2005).

En el caso colombiano, este enfoque se ve reflejado en documentos tales como la misión, los planes de desarrollo, planes estratégicos, entre otros. Con relación a las universidades de la muestra, el 33,3% manifiesta que la transferencia y comercialización de la tecnología se encuentra claramente contemplada en la “Misión”, el 79,2% indica que en el “Plan de Desarrollo”, el 45,8% señala que, en las “Políticas de la institución”, un 20,8% indica que en “Otros”, enmarcados dentro de los “Planes estratégicos de investigación” y, por último, un 8,3% no la tiene contemplada como lineamiento institucional. Ver Figura 28.

Figura 28. Frecuencia relativa por categoría P8.2 (%)

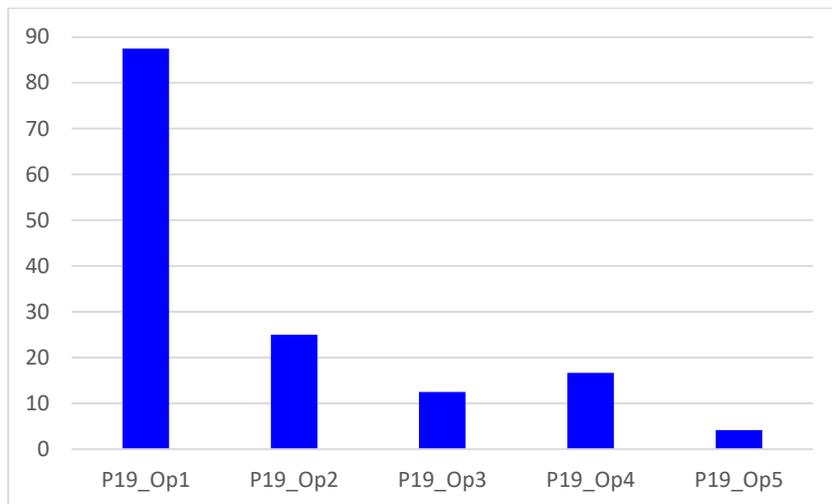


P8.2\_Op1=Misión; P8.2\_Op2=Plan de desarrollo; P8.2\_Op3=Políticas de la Institución; P8.2\_Op4=Otros; P8.2\_Op5=Ninguna

Fuente: Elaboración propia.

En relación a los mecanismos que utilizan las universidades colombianas para el mercadeo de tecnologías, de acuerdo a la Figura 29 se evidencia que 87,5% utilizan el contacto directo con licenciatarios potenciales como mecanismo para comercializar la tecnología. El 25% indican que realizan el mercadeo a través del portal web de la institución, el 12,5% señala que lo realiza a través de un portal web externo. El 16,7% manifiesta usar otro tipo de mecanismo para el mercadeo de tecnologías (ferias). Por último, el 4,2% no emplea ningún mecanismo para el mercadeo de tecnologías.

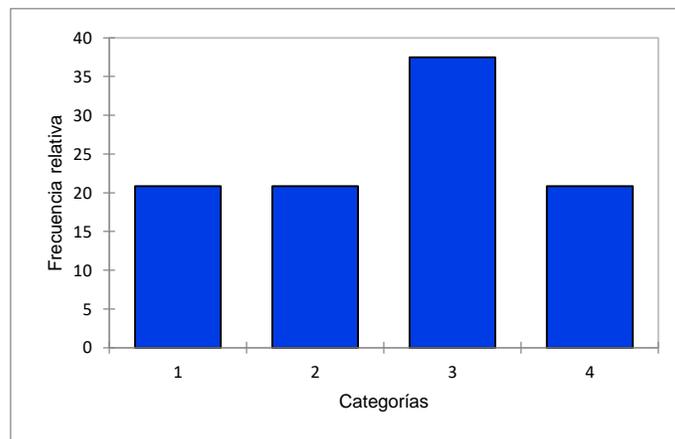
Figura 29. Frecuencia relativa por categoría P19 (%)



P19\_Op1=Contacto directo; P19\_Op2=Portal web interno; P19\_Op3=Portal web externo; P19\_Op4=Otros; P19\_Op5=Ninguno  
Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de evaluar la capacidad para el desarrollo de los negocios que tiene el cargo o la unidad encargada de la transferencia tecnológica en las universidades, se evaluaron 5 aspectos, con una escala de valoración de 1 a 5, donde 1 es muy bajo, 2 es bajo, 3 es medio, 4 es alto y 5 es muy alto. Con relación al ítem 1, denominado “Técnicas de mercadotecnia adquiridas para promover invenciones” se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 30. Frecuencia relativa (P20\_Lik\_Cap\_Mer)

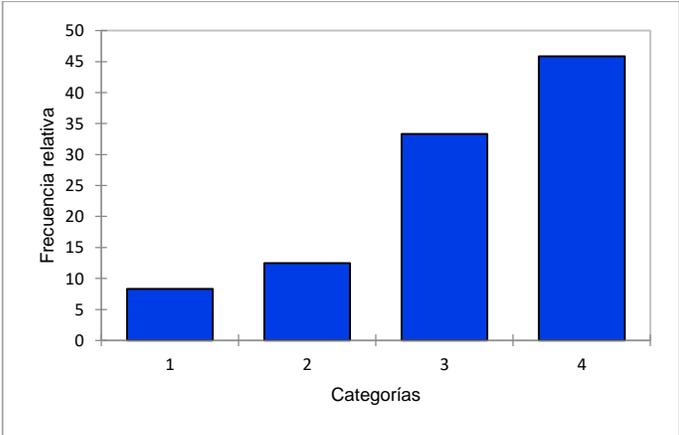


Fuente: Elaboración propia

El 79,2% de las universidades considera que tiene un nivel igual o inferior a 3 en relación a las capacidades técnicas de mercadotecnia.

Con respecto al ítem 2, llamado “Capacidad para desarrollar negocios en materia de transferencia tecnológica” se obtuvo que el 54,2% precisa que tiene un nivel igual o inferior a 3 en relación a las capacidades para el desarrollo de negocios en materia de transferencia tecnológica (ver Figura 31).

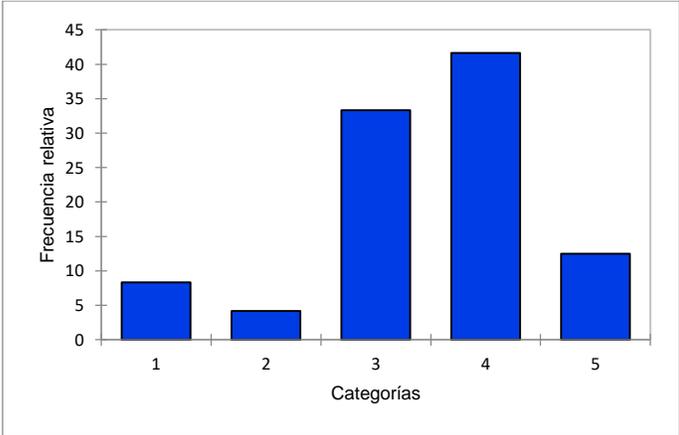
Figura 31. Frecuencia relativa (P20\_Lik\_Cap\_Neg)



Fuente: Elaboración propia

Para el ítem 3, llamado “Habilidades para negociar con clientes” el diagrama de frecuencias indica que el 45,8% tiene un nivel igual o inferior a 3 en lo relacionado con las capacidades para negociar con clientes.

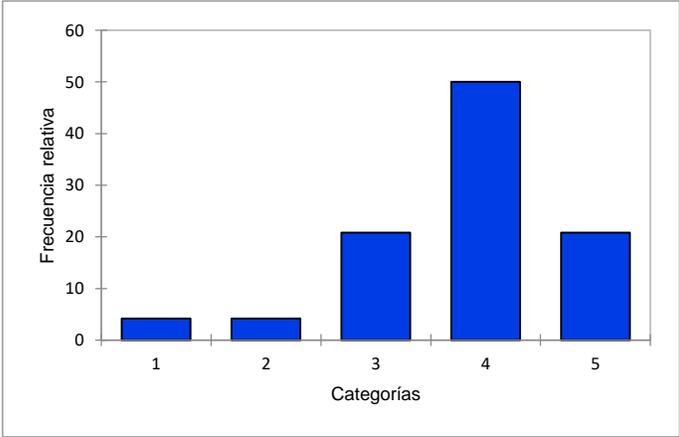
Figura 32. Frecuencia relativa (P20\_Lik\_Cap\_Hab)



Fuente: Elaboración propia

Con respecto al ítem 4, denominado “Fomento a la creación de redes y networking”, se obtuvo que el 70,8% de las universidades considera que tiene un nivel igual o superior a 4 en lo relacionado a la creación de redes y networking.

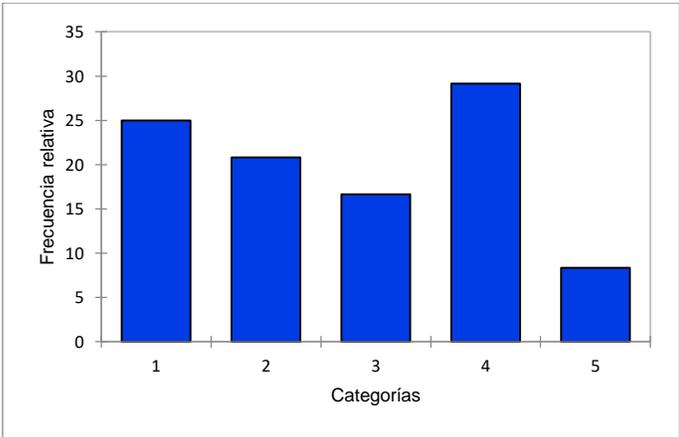
Figura 33. Frecuencia relativa (P20\_Lik\_Cap\_Red)



Fuente: Elaboración propia

Por último, el ítem 5 llamado “Promoción de financiación en base a habilidades adquiridas para detectar y contratar fondos de capital de riesgo y semilla”, los resultados fueron que el 62,5% de las universidades considera que tiene un nivel igual o inferior a 3 en lo relacionado a este ítem.

Figura 34. Frecuencia relativa (P20\_Lik\_Cap\_Finan)



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 32, se muestran los incentivos utilizados por las universidades para promover los procesos de transferencia tecnológica.

Tabla 32. Estadísticos descriptivos datos cualitativos múltiples respuestas (P24.3\_Op)

Variable\Estadístico	Opción	No. de observaciones	Categoría	Frecuencia por categoría	Frecuencia rel. por categoría (%)
P24.3_Op1	Reconocimiento público	24	1	18,0	75,0
P24.3_Op2	Soporte institucional	24	1	21,0	87,5
P24.3_Op3	Financiación protección PI	24	1	22,0	91,7
P24.3_Op4	Descarga académica	24	1	16,0	66,7
P24.3_Op5	Premios y distinciones	24	1	7,0	29,2
P24.3_Op6	Estrategias formativas	24	1	18,0	75,0
P24.3_Op7	Financiación de proyectos	24	1	17,0	70,8
P24.3_Op8	Apoyo redes internacionales	24	1	11,0	45,8
P24.3_Op9	Financiación actividades TT	24	1	18,0	75,0
P24.3_Op10	Regalías patentes	24	1	19,0	79,2
P24.3_Op11	Ascenso escalafón	24	1	14,0	58,3
P24.3_Op12	Participación venta public.	24	1	6,0	25,0
P24.3_Op13	Bonificación y aumento salario	24	1	7,0	29,2
P24.3_Op14	Porcentaje de fondo especial	24	1	7,0	29,2
P24.3_Op15	Premios con rec. Económico	24	1	4,0	16,7
P24.3_Op16	Otro	24	1	0,0	0,0
P24.3_Op17	Ninguno	24	1	2,0	8,3

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 32, con un 91,7% el incentivo más utilizado es la “Financiación para la protección de propiedad intelectual”; seguidamente con un 87,5% se encuentran “Soporte institucional en asesoría, logística y movilidad para la identificación, formulación, presentación y gestión de proyectos”. Con un 79,2% se encuentran las “Regalías por comercialización de patentes u otros tipos de propiedad intelectual”.

Con un 75% se encuentran los siguientes incentivos: “Reconocimiento público en la comunidad”, “Estrategias formativas para la formulación y gestión de proyectos, protección de la propiedad intelectual, transferencia de tecnología” y “Financiación para actividades de transferencia de tecnología”. Mientras con un 70,8% se encuentra la “Financiación de

proyectos de investigación o contrapartidas en efectivo para proyectos de financiación externa”.

También se encuentra que en un 66,7% existen incentivos como “Descarga académica por actividades de investigación y transferencia tecnológica”, y con un 58,3% la “Contribución para el cumplimiento de requisitos de ascenso en el escalafón docente”. Además, con un 45,8% está el “Apoyo para la inserción en redes internacionales”. Por otra parte, se tiene que con un 29,2% se encuentran “Premios y distinciones con reconocimiento a la hoja de vida”, “bonificación y aumento en salario por comercializar sus invenciones” y “Porcentaje de fondos especiales destinados a la investigación” como otros tipos de incentivos.

Mientras que con un 25% se encuentran “Participación por la venta de publicaciones” y en un 16,7% se encuentra “Premios con reconocimiento económico”; y finalmente, en un 8,3% “Ninguna estrategia”.

Con el fin de determinar los aspectos relacionados con la transferencia y comercialización de tecnologías que se encuentran regulados por políticas escritas dentro de las universidades, se obtuvo la siguiente información:

*Tabla 33. Estadísticos descriptivos datos cualitativos múltiples respuestas (P27.2\_Op)*

Variable\Estadístico	Opción	No. de observaciones	Categoría	Frecuencia por categoría	Frecuencia rel. por categoría (%)
P27.2_Op1	Protección de la PI	24	1	24,0	100,0
P27.2_Op2	Titularidad derechos PI	24	1	23,0	95,8
P27.2_Op3	Distribución ingresos com.	24	1	14,0	58,3
P27.2_Op4	Emprendimiento Spin off/Start up	24	1	4,0	16,7
P27.2_Op5	Capital accionario	24	1	2,0	8,3
P27.2_Op6	Otro	24	1	1,0	4,2

Fuente: Elaboración propia

El 100% de las universidades de la muestra expresó tener regulado lo concerniente a la protección de la producción intelectual y el 95,8% lo relacionado con la titularidad sobre los derechos de producción intelectual. El 58,3% regula lo relacionado con la distribución de ingresos por comercialización, el 16,7% aspectos concernientes a emprendimiento de Spin Off / Start Up. Por último, el 8,3% estableció políticas para adjudicación de capital accionario

de Spin Off entre la institución, investigadores y terceros; y el 4,2% reguló otros aspectos tales como el conflicto de intereses.

Con el fin de determinar los medios que usan las universidades para realizar el proceso de revelación de tecnologías, se obtuvo los siguientes resultados:

*Tabla 34. Estadísticos descriptivos datos cualitativos múltiples respuestas (P28\_Op)*

Variable\Estadístico	Opción	No. de observaciones	Categoría	Frecuencia por categoría	Frecuencia relativa por categoría (%)
P28_Op1	Revelación en papel	24	1	10,0	41,7
P28_Op2	Revelación virtual	24	1	15,0	62,5
P28_Op3	Reunión personal	24	1	22,0	91,7
P28_Op4	Llamada telefónica	24	1	5,0	20,8
P28_Op5	Ninguno	24	1	1,0	4,2

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Tabla 34, el 91,7% de universidades indicó que usa las reuniones personales para revelar tecnologías. Con un 62,5% está el uso de formatos de revelación virtual; con un 41,7% los formatos de revelación en papel. Con un 20,8% está la revelación mediante llamada telefónica y, por último, con un 4,2% no utiliza ningún mecanismo.

## **6.6 Análisis Multivariado del modelo propuesto**

Con base en la metodología presentada en el capítulo anterior, se realiza a continuación el análisis de los modelos propuestos para cada una de las hipótesis planteadas.

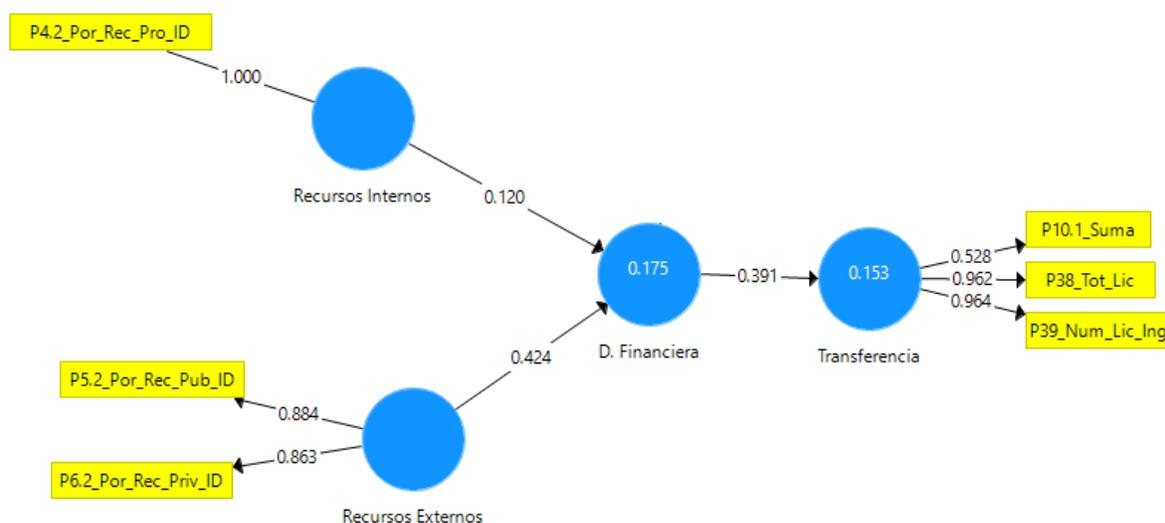
### **6.6.1 Modelo propuesto para la Dimensión Financiera**

En el modelo se plasmaron dos constructos de primer orden, denominados “Recursos Internos” y “Recursos Externos”. Los primeros están inicialmente conformados por los indicadores de porcentaje de recursos propios destinados a I+D y a la protección de propiedad intelectual (en relación a los ingresos operacionales), y por otra parte, el porcentaje de los recursos públicos y privados destinados para I+D (en relación a los ingresos operacionales). Como variables dependientes se tomaron el número de

mecanismos de comercialización usados por las universidades para llevar tecnologías al sector empresarial (P10.1\_Suma), el número de licenciamientos realizados (P38\_Tot\_Lic) y el número de licencias que ha generado ingresos (P39\_Num\_Lic\_Ing)<sup>6</sup>.

A continuación se presentan el modelo propuesto junto con los coeficientes *path* y las cargas externas correspondiente a la relación entre los constructos y sus indicadores.

Figura 35. Resultados PLS Modelo propuesto Dimensión Financiera



Fuente: Elaboración propia

### 6.6.1.1 Estadísticas de ajuste de los modelos de medida y estructural de la Dimensión Financiera

#### Análisis de los modelos de medida reflectivos del modelo propuesto.

Con el fin de determinar la validez del modelo, en la Tabla 35 se presentan los estadísticos de bondad de ajuste.

Tabla 35. Resultados modelo de medida reflectivos

Variable latente	Indicadores	VALIDEZ CONVERGENTE		FIABILIDAD DE CONSISTENCIA INTERNA	
		Cargas ( $\lambda$ )	AVE	Alfa de	Fiabilidad

<sup>6</sup> Dado que el indicador P36\_Por\_Rec\_pro\_PI no presenta significancia estadística, se decidió excluir dicha variable del modelo.

				<b>Cronbach</b>	<b>Compuesta</b>
		<b>≥ 0,40</b>	<b>≥ 0,50</b>	<b>≥ 0,60</b>	<b>≥ 0,60</b>
	P4.1_Rec_Pro_ID	1,000	1,000	1,000	1,000
Recursos Externos	P5.1_Rec_Pub_ID	0,884	0,763	0,691	0,866
	P6.1_Rec_Priv_ID	0,863			
Transf_Tecn_Formal	P10.1_Suma	0,528	0,711	0,766	0,874
	P38_Tot_Lic	0,962			
	P39_Num_Lic_Ing	0,964			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Validez Discriminante

<b>VALIDEZ DISCRIMINANTE</b>				
<b>Criterio de Fornell – Larcker</b>				
<b>Variable latente</b>	<b>Dimensión Financiera</b>	<b>Recursos Externos</b>	<b>Recursos Internos</b>	<b>Transferencia</b>
D. Financiera	1,000			
Recursos Externos	0,402	0,874		
Recursos Internos	0,039	-0,190	1,000	
Transferencia	0,391	0,832	-0,057	0,843

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al modelo para la dimensión financiera, se puede evidenciar que los modelos de medida reflectivos cumplen con los tres criterios de validez convergente, fiabilidad de consistencia interna y validez discriminante.

### **Análisis estructural del modelo propuesto**

En primera instancia se procede a valorar la colinealidad del modelo estructural la cual debe ser mayor de 0,20 y menor de que 5, en caso de no cumplir con estas condiciones se tendría que pensar en eliminar o fusionar constructos, o crear constructos de orden superior para solventar la problemática de la colinealidad (Hair, y otros, 2017).

Tabla 37. Colinealidad

<b>Conjunto de Constructos predictores</b>	<b>Valores VIF del modelo Estructural</b>
Recursos externos – D. Financiera	1,038
Recursos internos – D. Financiera	1,038
D. Financiera - Transferencia	1,000

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, el modelo no presenta problemas de colinealidad, dado que todos los valores VIF se encuentran claramente por debajo del umbral de 5, por lo cual la colinealidad entre los constructos predictores no es un problema en el modelo estructural.

Se examina ahora los valores de  $R^2$  de las variables latentes endógenas, los cuales presentamos a continuación:

*Tabla 38. Valores de R cuadrado*

	<b>R<sup>2</sup></b>
Dimensión Financiera	0,175
Transf_Tecn_Formal	0,153

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos los valores de  $R^2$  de Dimension Financiera (0,175) y el de Transferencia (0,153) pueden considerarse moderados.

A continuación, se presentan las estimaciones de las relaciones del modelo estructural (coeficientes path), las cuales representan las relaciones hipotetizadas entre los constructos. Vale la pena recordar que los coeficientes path tienen valores estandarizados entre -1 y +1, y entre más cercanos están a +1 representan relaciones positivas fuertes (y viceversa para los valores negativos) que son normalmente estadísticamente significativos (diferentes de 0). Cuanto más cercanos a 0 estén los coeficientes estimados, más débiles serán las relaciones. También es importante, basados en los coeficientes path, determinar si son estadísticamente significativos. Como norma general, los coeficientes path con valores estandarizados por encima de 0,20 suelen ser significativos, y aquellos con valores por debajo de 0,10 suelen ser no significativos (Hair, y otros, 2017). Dado esto, los resultados apuntan que todos los coeficientes estimados fueron significativos.

*Tabla 39. Coeficientes Path del modelo estructural*

<b>Conjunto de Constructos predictores</b>	<b>Coefficientes Path</b>
Recursos externos – D. Financiera	0,424
Recursos internos – D. Financiera	0,120
Dimensión Financiera - Transferencia	0,391

Fuente: Elaboración propia

Mediante el cálculo de los Efectos Totales, es posible evaluar la fuerza con la que cada constructo formativo influyen a la variable objetivo clave, a través del constructo mediador (Dimensión Financiera), a continuación se presentan los resultados obtenidos:

*Tabla 40. Efectos totales*

Variable latente	Dimensión Financiera	Transf_Tecn_Formal
Dimensión Financiera		0,391
Recursos Externos	0,424	0,166
Recursos Internos	0,120	0,047

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de evaluar la significancia estadística de los coeficientes path y de los efectos totales, se evalúa también el error estándar a través de la técnica bootstrapping, para valorar si los indicadores formativos contribuye, significativamente al constructo correspondiente. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

*Tabla 41. Resultados test de significación coeficientes path*

	Coefficientes path	Valor t	Valor p	Significancia
D. Financiera -> Transferencia	0,391	3,760	0,000	*
Recursos Externos -> D. Financiera	0,424	2,916	0,004	*
Recursos Internos -> D. Financiera	0,120	0,682	0,495	NS

\* p < 0,05; \*\* p < 0,10; NS (No significativo). T-student de 2 colas

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 42. Resultados test de significación efectos totales*

	Efecto total	Valor t	Valor p	Significancia
D. Financiera -> Transferencia	0,391	3,760	0,000	*
Recursos Externos -> D. Financiera	0,424	2,916	0,004	*
Recursos Externos -> Transferencia	0,266	2,768	0,006	*
Recursos Internos -> D. Financiera	0,120	0,682	0,495	NS
Recursos Internos -> Transferencia	0,047	0,508	0,611	NS

Nota: \* p < 0,05; \*\* p < 0,10; NS (No significativo). T-student de 2 colas. Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de valorar la relevancia predictiva del modelo con respecto a cada constructo endógeno, se procedió a ejecutar el procedimiento de blindfolding. La interpretación de los resultados se presenta en la sección siguiente.

*Tabla 43. Valores Q cuadrado*

	Q <sup>2</sup> (=1-SSE/SSO)
Dimensión Financiera	0,189
Transf_Tecn_Formal	0,109

Fuente: Elaboración propia

### **6.6.1.2 Discusión e interpretación de resultados**

En el modelo planteado, se puede notar que los dos constructos (Recursos Internos y Recursos Externos) explican en conjunto el 17,5% de la varianza de “Dimensión Financiera”, y este último explica el 15,3% de la varianza del constructo endógeno Tránsito Tecnológico Formal.

De acuerdo a los resultados obtenidos y con base en la importancia relativa de los constructos exógenos (coeficientes path) que explican la transferencia tecnológica formal (Transf\_Tecn\_Formal) es posible afirmar que los Recursos Externos son más importantes que los Recursos Internos, aunque ambos constructos aporten a la consolidación del proceso de transferencia. Se puede evidenciar que los “Recursos Externos” tienen un mayor efecto (0,424) en la Tránsito Tecnológico Formal de las Universidades (Transf\_Tecn\_Formal), y su efecto es mayor al de los “Recursos Internos” (0,120).

En relación a los Efectos Totales (Tabla 40), los Recursos Externos tienen un efecto total más fuerte sobre la Dimensión Financiera (0,166), seguido de los Recursos Internos (0,047).

Adicionalmente, al aplicar la técnica bootstrapping para evaluar la significancia estadística de los coeficientes path y de los efectos totales, con el fin de valorar si los indicadores formativos contribuyen significativamente al constructo, se observa en la Tabla 41 y la Tabla 42, que sólo los indicadores correspondientes a Recursos Externos presentan coeficientes

y efectos significativos. De acuerdo a los resultados del procedimiento blindfolding (Tabla 43) se puede observar que los valores de  $Q^2$  están por encima de 0 (0,189 y 0,109), lo que aporta un claro soporte a la relevancia predictiva del modelo estimado.

En conclusión, se encontró que en el caso de la Dimensión Financiera la consecución de recursos financieros privados es un primer factor importante. Resultados similares son reportados por O'Shea, Allen, Chevalier, & Roche (2005), Link & Siegel (2005), y O'Shea, Allen, Morse, O'Gorman, & Roche (2007). En segundo lugar se destacan los recursos públicos como apalancadores de los procesos de transferencia, tal y como destacan también Lach & Schankerman (2004), O'Shea, Allen, Chevalier, & Roche (2005) y Chang, Chen, Hua, & Yang (2006). Por último, no resultó significativo la asignación de recursos propios de las universidades para los procesos de investigación y desarrollo, y los gastos asociados a la protección de propiedad intelectual en contravía a lo expuesto por Chan et. al (2006), Chapple et al. (2005) y Lockett et al. (2005).

De acuerdo a los resultados obtenidos, es aconsejable entonces que las universidades colombianas se centren en la búsqueda de recursos externos, para apalancar sus procesos de transferencia tecnológica formal.

### Resultado de la Hipótesis planteada

De acuerdo a los resultados obtenidos de explicación de la varianza a través del modelo propuesto y la relevancia predictiva, puede concluirse lo siguiente con relación a la hipótesis planteada:

*Tabla 44. Resultado de las hipótesis planteadas en el modelo.*

Hipótesis		Acción	
H1	Los recursos financieros inciden positivamente en la transferencia tecnológica universitaria en las universidades colombianas.	Se acepta	Existe una influencia directa de los recursos externos sobre el desempeño de las universidades en los procesos de transferencia tecnológica formal universitaria (TTFU). Se observa que los indicadores más relevantes son: la cantidad de recursos públicos y privados recibidos para las actividades de I+D.

Fuente: Elaboración propia

## 6.6.2 Modelo propuesto para la Dimensión Comercial

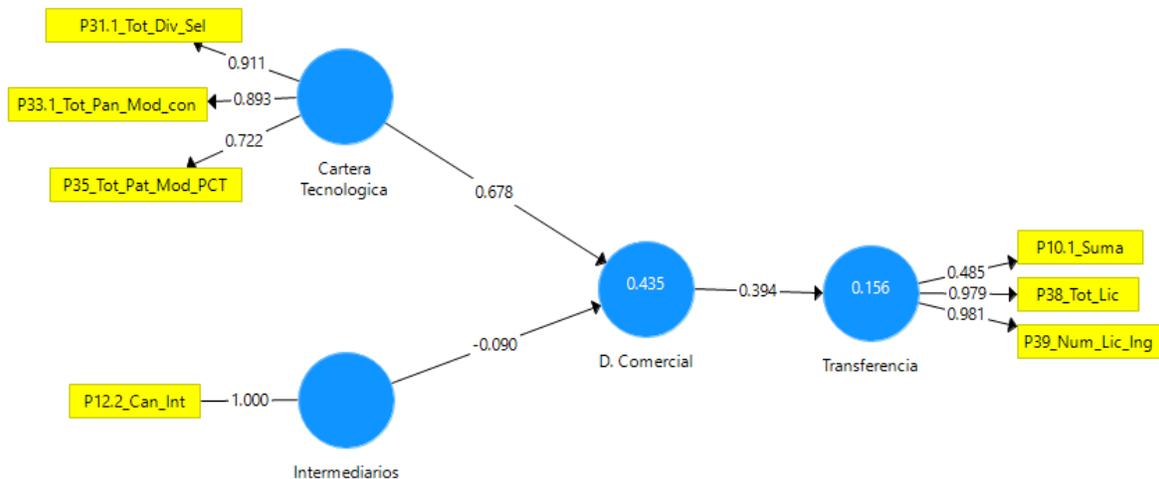
Para el modelo que soporta la Dimensión Comercial se plantearon dos constructos: “Cartera Tecnológica” e “Intermediarios”. El primer constructo se encuentra medido a través de las variables que miden el número de patentes y modelos concedidos por la SIC y la PCT, y el número total de divulgaciones seleccionadas para ser protegidas. El segundo constructo se encuentra medido por el número de intermediarios que tiene las universidades como apoyo a los procesos de transferencia tecnológica (incubadoras, OTT o ninguno).

Es importante resaltar que para el último constructo el cual se encuentra medido por un solo ítem, se acoge a las recomendaciones establecidas por Diamantopoulos et al. (2012), en relación a que las medidas de un solo ítem se deben considerar en situaciones donde la muestra sea pequeña, menor a 50 y/o se esperen coeficientes path (coeficientes que unen a los constructos en el modelo estructural) igual o menor a 0,3.

Como variables dependientes se tomaron el número de mecanismos de comercialización usados por las universidades para llevar tecnologías al sector empresarial (P10.1\_Suma), el número de licenciamientos realizados (P38\_Tot\_Lic) y el número de licencias que ha generado ingresos (P39\_Num\_Lic\_Ing).

A continuación, se presentan el modelo propuesto junto con los coeficientes *path* y las cargas externas correspondiente a la relación entre los constructos y sus indicadores.

Figura 36. Resultados PLS Modelo propuesto Dimensión Comercial



Fuente: Elaboración propia

### 6.6.2.1 Estadísticas de ajuste de los modelos de medida y estructural de la Dimensión Comercial

#### Análisis de los modelos de medida reflectivos del modelo propuesto.

Con el fin de determinar la validez del modelo de medida se presentan en la Tabla 45 los test de validez y fiabilidad.

Tabla 45. Resultados de validez convergente y fiabilidad interna

Variable latente	Indicadores	VALIDEZ CONVERGENTE		FIABILIDAD DE CONSISTENCIA INTERNA	
		Cargas ( $\lambda$ )	AVE	Alfa de Cronbach	Fiabilidad Compuesta
		$\geq 0,40$	$\geq 0,50$	$\geq 0,60$	$\geq 0,60$
Cartera Tecnológica	P31.1_Tot_Div_Sel	0,911	0,716	0,799	0,882
	P33.1_Tot_Pan_Mod_con	0,893			
	P35_Tot_Pat_Mod_PCT	0,722			
Intermediarios	P12.2_Can_Int	1,000	1,000	1,000	1,000
Transferencia	P10.1_Suma	0,485	0,719	0,777	0,876
	P38_Tot_Lic	0,979			
	P39_Num_Lic_Ing	0,981			

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados presentados, los modelos de medida del nomograma cumplen con los criterios de validez convergente y fiabilidad de consistencia interna. A continuación, se presentan los resultados concernientes a la validez discriminante basado en el criterio de Fornell – Larcker, donde se observa que este criterio también se cumple.

Tabla 46. Validez discriminante

VALIDEZ DISCRIMINANTE				
Criterio de Fornell – Larcker				
Variable latente	Cartera Tecnológica	Dimension Comercial	Intermediarios	Transf_Tecn_Formal
Cartera Tecnológica	0,846			
D. Comercial	0,654	1,000		
Intermediarios	0,269	0,092	1,000	
Transferencia	0,834	0,394	0,346	0,848

Fuente: Elaboración propia

### **Análisis del modelo estructural del modelo propuesto**

En primer lugar, es analizada la colinealidad del modelo estructural, a partir de los siguientes resultados:

*Tabla 47. Colinealidad*

<b>Conjunto de Constructos predictores</b>	<b>Valores VIF del modelo Estructural</b>
Cartera tecnologica – D. Comercial	1,078
Intermediarios – D. Comercial	1,078
D. Comercial – Transferencia	1,000

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, el modelo no presenta problemas de colinealidad, dado que todos los valores VIF se encuentran por debajo del umbral de 5.

Con relación a los valores de  $R^2$  de las variables latentes endógenas, se obtiene lo siguiente:

*Tabla 48. Valores de R cuadrado*

	<b><math>R^2</math></b>
D. Comercial	0,435
Transferencia	0,156

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos los valores de  $R^2$  de Dimension Comercial (0,435) y Transferencia (0,156) puede considerarse moderados. Son presentadas a continuación las estimaciones de las relaciones del modelo estructural (coeficientes path):

*Tabla 49. Coeficientes Path del modelo estructural*

<b>Conjunto de Constructos predictores</b>	<b>Coefficientes Path</b>
Cartera tecnológica – D. Comercial	0,678
D. Comercial – Transferencia	0,394
Intermediarios – D. Comercial	-0,090

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 50, se presentan los Efectos Totales, mediante los cuales es posible evaluar la fuerza con la cartera tecnológica y los intermediarios influyen en la variable objetivo, a través del constructo mediador (Dimensión Comercial).

Tabla 50. Efectos totales

Variable latente	Dimensión Comercial	Transf_Tecn_Formal
Cartera Tecnológica	0,678	0,267
Intermediarios	-0,090	-0,035
Dimension Comercial		0,394

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de evaluar la significancia estadística de los coeficientes path y de los efectos totales se evalúa el error estándar a través de la técnica bootstrapping, para valorar si los indicadores formativos contribuyen de forma significativa al constructo correspondiente. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 51. Resultados test de significación coeficientes path

	Coefficientes path	Valor t	Valor p	Significancia
Cartera Tecnológica -> D. Comercial	0,678	7,137	0,000	*
D. Comercial -> Transferencia	0,304	3,828	0,000	*
Intermediarios -> D. Comercial	-0,090	0,482	0,482	NS

\* p < 0,05; \*\* p < 0,10; NS (No significativo). T-student de 2 colas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52. Resultados test de significación efectos totales

	Efecto total	Valor t	Valor p	Significancia
Cartera Tecnológica -> D. Comercial	0,678	7,137	0,000	*
Cartera Tecnológica -> Transferencia	0,267	2,707	0,007	*
D. Comercial -> Transferencia	0,394	3,828	0,000	*
Intermediarios -> D. Comercial	-0,090	0,482	0,630	NS
Intermediarios -> Transferencia	-0,035	0,353	0,724	NS

\* p < 0,05; \*\* p < 0,10; NS (No significativo). T-student de 2 colas

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de valorar la relevancia predictiva del modelo con respecto a cada constructo endógeno, se procede a ejecutar el procedimiento de blindfolding.

Tabla 53. Valores Q cuadrado

	Q <sup>2</sup> (=1-SSE/SSO)
Dimensión Comercial	0,359
Transf_Tecn_Formal	0,113

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en los resultados, los valores de Q<sup>2</sup> están por encima de 0. Estos resultados aportan un claro soporte a las relevancia predictiva del modelo. Es decir, los resultados encontrados son significativos.

### 6.6.2.2 Discusión e interpretación de resultados

En el modelo planteado, se puede notar que los dos constructos (Cartera Tecnológica e Intermediarios) explican en conjunto el 43,5% de la varianza de “Dimensión Comercial”, y este último explica el 15,6% de la varianza del constructo endógeno Transferencia.

De acuerdo a los resultados obtenidos y con base en la importancia relativa de los constructos exógenos (coeficientes path) que explican la transferencia tecnológica formal (Transferencia), se observa que la Cartera Tecnológica es el determinante clave en estos procesos, en contraposición con los diferentes tipos de intermediarios que se tengan para comercializar las tecnologías. Se puede afirmar que la Cartera Tecnológica aporta en gran medida a la consolidación del procesos de transferencia y tiene un mayor efecto (0,678).

Con respecto a los Efectos Totales (Tabla 50) se puede apreciar que la Cartera o Portafolio Tecnológico tiene un efecto total muy fuerte sobre la Dimensión Comercial (0,267), mientras que el efecto de los Intermediarios es negativo (-0,035).

Al aplicar la técnica bootstrapping para evaluar la significancia estadística de los coeficientes path y de los efectos totales, con el fin de valorar si los indicadores formativos contribuyen significativamente al constructo, se observa en la Tabla 51 y Tabla 52, que sólo los indicadores correspondientes a la Cartera Tecnológica presentan coeficientes y efectos significativos.

De acuerdo a los resultados del procedimiento blindfolding (Tabla 53) se puede observar que los valores de  $Q^2$  están por encima de 0 (0,359 y 0,113), lo que evidencia un claro soporte a la relevancia predictiva del modelo estimado.

En conclusión, en cuanto a la Dimensión Comercial el estudio permite evidenciar que es un componente significativo el contar con un portafolio tecnológico, conformado por la cantidad de divulgaciones de invención (Chapple, Lockett, Siegel, & Wright, 2005; Link & Siegel, 2005; Siegel, Waldman, & Link, 2003) y la cartera de patentes (Lichtenthaler & Ernst, 2010) en los procesos de transferencia tecnológica. Por otra parte, no resultó significativo el hecho de contar con intermediarios (OTT e Incubadoras) como estructuras organizacionales definidas dentro de la universidad, en contraposición a lo establecido en estudios previos sobre la importancia de las incubadoras (Lichtenthaler & Ernst, 2010) o las unidades de transferencia (Mian, 1996; O'Shea, Allen, Chevalier, & Roche, 2005; Mathews & Hu, 2007).

Por tal razón, los resultados indican que es aconsejable que las universidades colombianas definan procesos de divulgación de invenciones y se enfoquen en tener un portafolio tecnológico establecido para de esta manera facilitar sus procesos de transferencia tecnológica formal.

### Resultado de la Hipótesis planteada

De acuerdo a los resultados obtenidos de explicación de la varianza a través del modelo propuesto y la relevancia predictiva, podemos concluir lo siguiente con relación a la hipótesis planteada:

*Tabla 54. Resultado de las hipótesis planteadas en el modelo.*

Hipótesis		Acción	
<b>H3</b>	Los recursos comerciales inciden positivamente en la transferencia tecnológica universitaria en las universidades colombianas.	Se acepta	Existe influencia directa del portafolio tecnológico en el desempeño de la TTFU. Los indicadores relevantes fueron la cantidad de divulgaciones seleccionadas para ser protegidas y la cantidad de patentes y modelos de utilidad concedidos.

Fuente: Elaboración propia

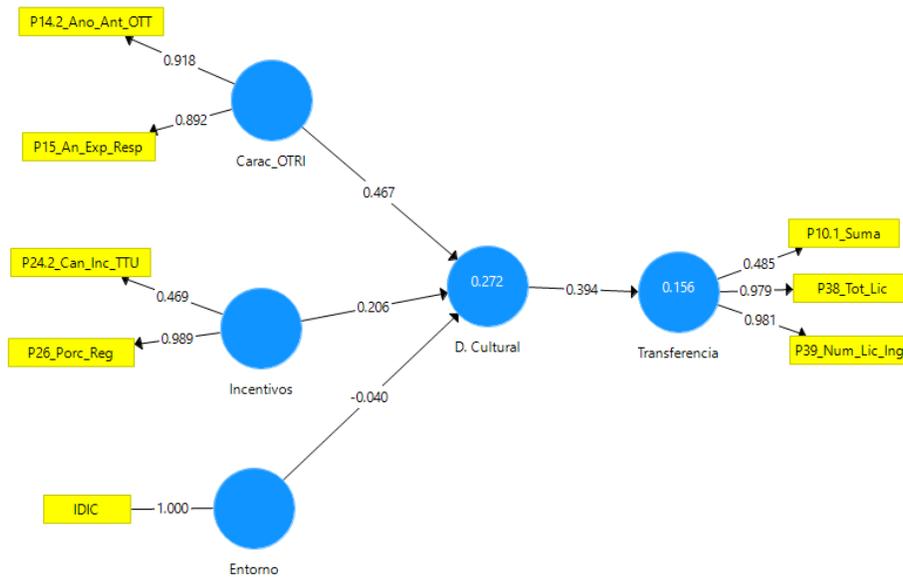
### 6.6.3 Modelo propuesto para la Dimensión Cultural

Para el modelo que soporta la Dimensión Cultural son postulados tres constructos: Características de las OTRI (Carac\_OTRI), Incentivos y Entorno. El primer constructo se encuentra medido a través de las variables que contemplan la antigüedad de la Oficinas de Transferencia y los años de experiencia del responsable de la misma. El segundo constructo se encuentra medido por la cantidad de incentivos que utilizan las universidades para estimular la transferencia formal y el porcentaje asignado de regalías a los inventores. Por último, el tercer constructo se mide a través de la IDIC, que es el Índice Departamental de Innovación para Colombia, el cual mide el componente insumos (institucionales, capital humano e investigación, infraestructura, sofisticación del mercado y sofisticación de negocios), el componente resultados (actividades innovadores o externalidades positivas producto de la innovación, efectos directos e indirectos de la innovación) y el componente de eficiencia (capacidad de traducir insumos en resultados efectivos), en resumen, el IDIC mide el grado de madurez del ecosistema de innovación en determinado departamento.

Como variables dependientes se utilizan el número de mecanismos de comercialización usados por las universidades para llevar tecnologías al sector empresarial (P10.1\_Suma), el número de licenciamientos realizados (P38\_Tot\_Lic) y el número de licencias que ha generado ingresos (P39\_Num\_Lic\_Ing).

A continuación, se presenta en la Figura 37 el modelo propuesto junto con los coeficientes *path* y las cargas externas correspondientes a la relación entre los constructos y sus indicadores.

Figura 37. Resultados PLS Modelo propuesto Dimensión Cultural



Fuente: Elaboración propia

### 6.6.3.1 Estadísticas de ajuste de los modelos de medida y estructural de la Dimensión Cultural

Con el fin de evaluar el modelo, se procede a presentar los resultados concernientes a la evaluación de la fiabilidad individual del ítem, la consistencia interna del constructo, la validez convergente y la validez discriminante.

Tabla 55. Resultados de validez convergente y fiabilidad interna

Variable latente	Indicadores	VALIDEZ CONVERGENTE		FIABILIDAD DE CONSISTENCIA INTERNA	
		Cargas ( $\lambda$ )	AVE	Alfa de Cronbach	Fiabilidad Compuesta
		$\geq 0,40$	$\geq 0,50$	$\geq 0,60$	$\geq 0,60$
Carac_OTRI	P14.2_Ano_Ant_OTT	0,918	0,819	0,781	0,901
	P15_An_Exp_Resp	0,892			
Incentivos	P24.2_Can_Inc_TTU	0,469	0,599	0,600	0,726
	P26_Porc_Reg	0,989			
Entorno	IDIC	1,000	1,000	1,000	1,000
Transferencia	P10.1_Suma	0,485	0,719	0,777	0,876
	P38_Tot_Lic	0,979			
	P39_Num_Lic_Ing	0,981			

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en las tablas presentadas, los modelos de medida reflectivos cumplen con la fiabilidad individual, dado que las cargas o correlaciones simples de los indicadores con su constructo superan los valores establecidos.

Con relación a la validez convergente, valorada a través del AVE , es posible observar que los indicadores explican de una buena forma la varianza de la variable latente dado que los valores obtenidos superen en gran medida el valor mínimo establecido de 0,50.

En cuanto a la fiabilidad compuesta del constructo, se encuentran que el Alfa de Cronbach y la Fiabilidad Compuesta también cumplen con los criterios de valor sugeridos.

Tabla 56. Validez discriminante

VALIDEZ DISCRIMINANTE					
Criterio de Fornell – Larcker					
Variable latente	Carac_OTRI	Dimension Cultural	Entorno	Incentivos	Transf_Tecn_Formal
Carac_OTRI	0,905				
Dimensión Cultural	0,477	1,000			
Entorno	0,095	-0,009	1,000		
Incentivos	0,065	0,239	-0,061	0,774	
Transf_Tecn_Formal	0,240	0,394	-0,008	0,256	0,848

Fuente: Elaboración propia

Con relación a la validez discriminante, se observa que la raíz cuadrada de los valores AVE (Diagonal) supera las correlaciones de las variables latentes, cumpliéndose de esta manera con dicho criterio.

### **Análisis del modelo estructural del modelo propuesto**

Se procede ahora a validar en primera instancia la colinealidad del modelo estructural. Como se puede observar, el modelo no presenta problemas de colinealidad.

Tabla 57. Colinealidad

Conjunto de Constructos predictores	Valores VIF del modelo Estructural
Carac_OTRI – D. Cultural	1,014
Entorno – D. Cultural	1,014
Incentivos – D. Cultural	1,009
D. Cultural – Transferencia	1,000

Fuente: Elaboración propia

Con relación a los valores de  $R^2$  de las variables latentes endógenas se obtiene lo siguiente:

Tabla 58. Valores de R cuadrado

	$R^2$
Dimensión Cultural	0,272
Transf_Tecn_Formal	0,156

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos los valores de  $R^2$  de Dimensión Cultural (0,272) al igual que el de Transferencia (0,156) pueden considerarse moderados.

Dado que el modelo es confiable, es posible pasar al análisis de las estimaciones de las relaciones del modelo estructural (coeficientes path), las cuales representan las relaciones entre los constructos.

Tabla 59. Coeficientes Path del modelo estructural

Conjunto de Constructos predictores	Coefficientes Path
Carac_OTRI – D. Cultural	0,467
Entorno – D. Cultural	-0,040
Incentivos – D. Cultural	0,206
D. Cultural - Transferencia	0,394

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presentan los efectos totales con el fin de evaluar la fuerza con la que cada constructo formativo influyen Dimensión Cultural.

Tabla 60. Efectos totales

Variable latente	Dimensión Cultural	Transf_Tecn_Formal
D. Cultural		0,394
Carac_OTRI	0,465	0,184
Entorno	0,025	-0,016
Incentivos	0,315	0,081

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de evaluar la significancia estadística de los coeficientes path (relaciones estructurales) y de los efectos total se calcula el error estándar a través de la técnica bootstrapping.

Tabla 61. Resultados test de significación coeficientes path

	Coefficientes path	Valor t	Valor p	Significancia
Carac_OTRI → D. Cultural	0,467	3,068	0,002	*
D. Cultural → Transferencia	0,394	3,886	0,000	*
Entorno → D. Cultural	-0,040	0,198	0,843	NS
Incentivos → D. Cultural	0,206	0,623	0,533	NS

\* p < 0,05; \*\* p < 0,10; NS (No significativo). T-student de 2 colas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62. Resultados test de significación efectos totales

	Efecto total	Valor t	Valor p	Significancia
Carac_OTRI → D. Cultural	0,467	3,070	0,002	*
Carac_OTRI → Transferencia	0,193	1,969	0,049	*
D. Cultural → Transferencia	0,394	3,809	0,000	*
Entorno → D. Cultural	-0,040	0,197	0,844	NS
Entorno → Transferencia	-0,016	0,147	0,883	NS
Incentivos → D. Cultural	0,206	0,622	0,534	NS
Incentivos → Transferencia	0,081	0,458	0,647	NS

\* p < 0,05; \*\* p < 0,10; NS (No significativo). T-student de 2 colas

Fuente: Elaboración propia

Por último, es realizado el cálculo de la relevancia predictiva del modelo ( $Q^2$ ) mediante la técnica de reutilización de muestra conocida como blindfolding.

*Tabla 63. Valores Q cuadrado*

	$Q^2 (=1-SSE/SSO)$
D. Cultural	0,010
Transferencia	0,113

Fuente: Elaboración propia

Dado que los resultados son diferentes de cero, es posible afirmar que el modelo tiene relevancia predictiva en las variables latentes analizadas (Hair, Sarstedt, Hopkins, & Kuppelwieser, 2014).

### **6.6.3.2 Discusión e interpretación de resultados**

En el modelo planteado, de acuerdo a los resultados obtenidos se puede notar que los tres constructos (Características de las OTRI, Incentivos y Entorno) explican en conjunto el 27,22% de la varianza de la “Dimensión Cultural”, y este último explica el 15,6% de la varianza del constructo endógeno Trasterencia Tecnológica Formal.

De acuerdo a los resultados obtenidos y con base en la importancia relativa de los constructos exógenos que explican la transferencia tecnológica formal (Transferencia), los hallazgos muestran que las Características de la OTRI (0,467) son más importantes que los Incentivos (0,206) y el Entorno (-0,040). Es decir, las Características de la OTRI se convierten en un determinante clave en la consolidación de los procesos de transferencia tecnológica universitaria.

Como se puede apreciar en relación a los Efectos Totales (Tabla 60), las Características de la OTRI tienen el efecto total más fuerte sobre la Dimensión Cultural (0,184), seguido de los Incentivos (0,081) y, por último, se encuentra que Entorno (-0,016).

Al aplicar la técnica bootstrapping para evaluar la significancia estadística de los coeficientes path y de los efectos totales, con el fin de valorar si los indicadores formativos contribuyen significativamente al constructo, se observa en la Tabla 61 y Tabla 62, que sólo

las Características de la OTRI están relacionadas significativamente con la Dimensión Cultural y, por ende, con la Transferencia Tecnológica Formal.

De acuerdo a los resultados del procedimiento blindfolding (Tabla 63) se puede observar que los valores de  $Q^2$  están por encima de 0 (0,010 y 0,113), lo que evidencia que existe relevancia predictiva del modelo estimado.

En conclusión, con relación a la Dimensión Cultural, el estudio evidenció que el tiempo que llevan las actividades de transferencia y los años de experiencia que tienen los responsables de llevar a cabo los procesos de transferencia son variables importantes para explicar la transferencia tecnológica. Un resultado similar es reportado por Link & Siegel (2005), Chapple, Lockett, Siegel, & Wright (2005) y Lockett & Wright (2005).

De acuerdo con Stezano (2011), los incentivos pueden configurarse en estructuras que faciliten u obstaculicen los procesos de transferencia. Los estudios académicos sobre transferencia de tecnología centrados en los procesos de comercialización de la investigación universitaria, suponen que existen aspectos relevantes que motivan la vinculación investigadores – industria (Stezano & Millán, 2014). A pesar de su importancia, los resultados relacionados con la cantidad de incentivos muestran que no hay una significancia estadística de estos aspectos en los procesos de transferencia formal en las universidades colombianas, al igual que la incidencia del entorno en los procesos de transferencia universidad empresa. Este resultado constituye así una contribución del presente trabajo a literatura.

### **Resultado de la Hipótesis planteada**

De acuerdo a los resultados obtenidos de explicación de la varianza a través del modelo propuesto y la relevancia predictiva, podemos concluir lo siguiente con relación a la hipótesis planteada:

Tabla 64. Resultado de las hipótesis planteadas en el modelo.

Hipótesis		Acción	
H4	Los recursos institucionales / culturales inciden positivamente en la transferencia tecnológica universitaria en las universidades colombianas.	Se acepta	Existe influencia directa de las características del proceso de transferencia llevado a cabo en las universidades, donde los indicadores relevantes fueron el tiempo que lleva las actividades de TTF en la universidad, y los años de experiencia del responsable del proceso.

Fuente: Elaboración propia

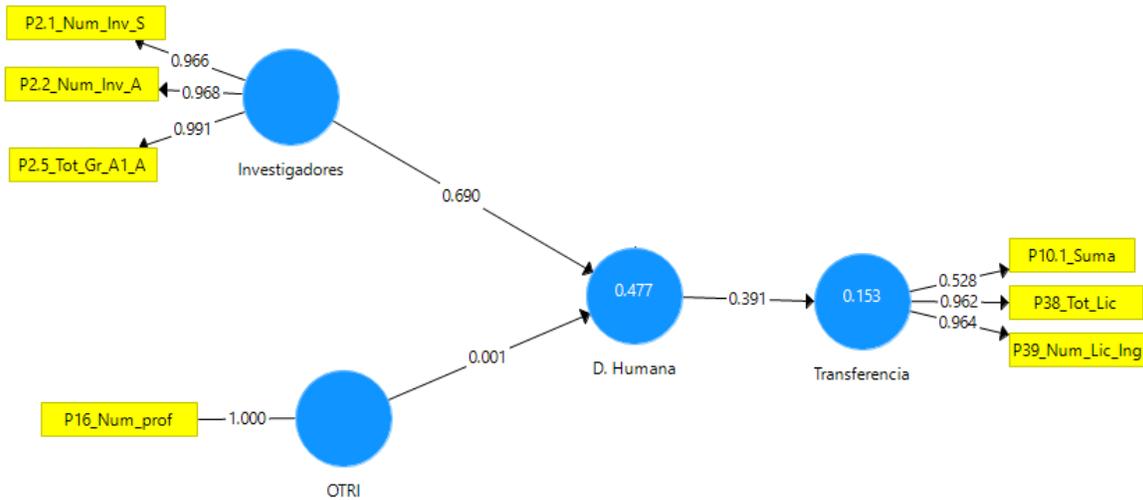
#### 6.6.4 Modelo propuesto para la Dimensión Humana

Para explicar la Dimensión Humana son utilizados dos constructos: “Investigadores” y “OTRI”. El primer constructo se encuentra medido a través de las variables que contemplan el número de investigadores Seniors y Asociados, y el número total de grupos de investigación tipo A1 y A que tiene cada Universidad. El segundo constructo se encuentra medido por el número de profesionales que hacen parte de las oficinas de transferencia

Como variables dependientes se tomaron el número de mecanismos de comercialización usados por las universidades para llevar tecnologías al sector empresarial (P10.1\_Suma), el número de licenciamientos realizados (P38\_Tot\_Lic) y el número de licencias que ha generado ingresos (P39\_Num\_Lic\_Ing).

A continuación, se presentan el modelo propuesto en la Figura 38 junto con los coeficientes *path* y las cargas externas correspondiente entre los constructos y sus indicadores.

Figura 38. Resultados PLS Modelo propuesto Dimensión Humana



Fuente: Elaboración propia

#### 6.6.4.1 Estadísticas de ajuste de los modelos de medida y estructural de la Dimensión Humana

Con el fin de evaluar la confiabilidad del modelo se presentan primero los resultados de fiabilidad individual, la consistencia interna del constructo, la validez convergente y la validez discriminante.

Tabla 65. Resultados de validez convergente y fiabilidad interna

Variable latente	Indicadores	VALIDEZ CONVERGENTE		FIABILIDAD DE CONSISTENCIA INTERNA	
		Cargas ( $\lambda$ )	AVE	Alfa de Cronbach	Fiabilidad Compuesta
		$\geq 0,40$	$\geq 0,50$	$\geq 0,60$	$\geq 0,60$
Investigadores	P2.1_Num_Inv_S	0,966	0,950	0,974	0,983
	P2.2_Num_Inv_A	0,968			
	P2.5_Tot_Gr_A1_A	0,991			
OTRI	P16_Num_prof	1,000	1,000	1,000	1,000
Transf_Tecn_Formal	P10.1_Suma	0,528	0,711	0,766	0,874
	P38_Tot_Lic	0,962			
	P39_Num_Lic_Ing	0,964			

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en Tabla 65, los modelos de medida reflectivos cumplen con la fiabilidad individual, dado que las cargas o correlaciones simples de los indicadores con su constructo superan los valores establecidos. Con relación a la validez convergente, valorada a través del AVE, los valores están por encima del umbral sugerido. En cuanto a la fiabilidad compuesta del constructo, también se cumplen con los criterios de valor sugeridos.

Tabla 66. Validez discriminante

VALIDEZ DISCRIMINANTE				
Criterio de Fornell – Larcker				
Variable latente	Dimension Humana	Investigadores	OTRI	Transf_Tecn_Formal
Dimension Humana	1,000			
Investigadores	0,691	0,975		
OTRI	0,309	0,445	1,000	
Transf_Tecn_Formal	0,391	0,800	0,355	0,843

Fuente: Elaboración propia

Con relación a la validez discriminante, se observa que la raíz cuadrada de los valores AVE (Diagonal) supera las correlaciones de las variables latentes, y se valida dicho criterio.

### Análisis del modelo estructural del modelo propuesto

Se analiza ahora la colinealidad del modelo estructural. Como se puede observar en la Tabla 67, el modelo no presenta problemas de colinealidad, dado que todos los valores VIF se encuentran claramente por debajo del umbral de 5 (Hair, y otros, 2017).

Tabla 67. Colinealidad

Conjunto de Constructos predictores	Valores VIF del modelo Estructural
Investigadores - Dimensión Humana	1,247
OTRI - Dimensión Humana	1,247
Dimensión Humana - Transf_Tecn_Formal	1,000

Fuente: Elaboración propia

Se presentan ahora los valores de  $R^2$  de las variables latentes endógenas.

Tabla 68. Valores de R cuadrado

	R <sup>2</sup>
Dimensión Cultural	0,477
Transf_Tecn_Formal	0,153

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos los valores de R<sup>2</sup> de Dimensión Humana (0,477) al igual que el de Transf\_Tecn\_Formal (0,153) puede considerarse moderados.

Dado que el modelo cumple los test de confiabilidad, se procede al cálculo de las estimaciones de las relaciones del modelo estructural (coeficientes path).

Tabla 69. Coeficientes Path del modelo estructural

Conjunto de Constructos predictores	Coeficientes Path
Investigadores - Dimensión Humana	0,690
OTRI - Dimensión Humana	0,001
Dimensión Humana - Transf_Tecn_Formal	0,391

Fuente: Elaboración propia

Los Efectos Totales evalúan la fuerza con la que cada constructo formativo influyen a la variable objetivo clave, a través del constructo mediador (Dimensión Humana). A continuación se presentan los resultados.

Tabla 70. Efectos totales

Variable latente	Dimensión Financiera	Transf_Tecn_Formal
Dimensión Humana		0,391
Investigadores	0,970	0,270
OTRI	0,048	0,000

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de evaluar la significancia estadística de los coeficientes path (relaciones estructurales) y de los efectos total se evalúa el error estándar a través de la técnica bootstrapping.

Tabla 71. Resultados test de significación coeficientes path

	Coeficientes path	Valor t	Valor p	Significancia
D. Humana → Transferencia	0,391	3,841	0,000	*
Investigadores → D. Humana	0,690	5,277	0,000	*
OTRI → D. Humana	0,001	0,007	0,995	NS

\* p < 0,05; \*\* p < 0,10; NS (No significativo). T-student de 2 colas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72. Resultados test de significación efectos totales

	Efecto total	Valor t	Valor p	Significancia
D.Humana → Transferencia	0,391	3,841	0,000	*
Investigadores → D. Humana	0,690	5,277	0,000	*
investigadores → Transferencia	0,270	2,578	0,000	*
OTRI → D. Humana	0,001	0,007	0,955	NS
OTRI → Transferencia	0,000	0,005	0,996	NS

\* p < 0,05; \*\* p < 0,10; NS (No significativo). T-student de 2 colas

Fuente: Elaboración propia

Por último, se realizó el cálculo de la relevancia predictiva del modelo ( $Q^2$ ) mediante la técnica de reutilización de muestra conocida como blindfolding.

Tabla 73. Valores Q cuadrado

	$Q^2 (=1-SSE/SSO)$
Dimension Humana	0,430
Transf_Tecn_Formal	0,093

Fuente: Elaboración propia

Dado que los resultados son diferentes de cero se puede considerar que el modelo tiene relevancia predictiva en las variables latentes analizadas.

#### 6.6.4.2 Discusión e interpretación de resultados

En el modelo planteado, de acuerdo a los resultados obtenidos se puede notar que los dos constructos (Investigadores y OTRI) explican en conjunto el 47,7% de la varianza de la “Dimensión Humana”, y este último explica el 15,3% de la varianza del constructo endógeno Trasanferencia Tecnológica Formal.

De acuerdo a los resultados obtenidos y con base en la importancia relativa de los constructos exógenos (coeficientes path) que explican la transferencia tecnológica formal (Transf\_Tecn\_Formal), se encuentra que el número de Investigadores Senior y Asociados, y el número de grupos de investigación (Investigadores) tiene una mayor importancia con un valor de 0,690 que el número de profesionales adscritos a la unidades de transferencia (OTRI) que presenta un valor de 0,001.

En relación a los Efectos Totales (Tabla 69), se observa que los Investigadores tiene el efecto total más fuerte sobre la Dimensión Humana (0,270), ya que las OTRI solo tienen un efecto de 0,000.

Al aplicar la técnica bootstrapping para evaluar la significancia estadística de los coeficientes path y de los efectos totales, con el fin de valorar si los indicadores formativos contribuyen significativamente al constructo, se observa en las tablas 70 y 71, que sólo los Investigadores están relacionados significativamente con la Dimensión Humana y por ende con la Transferencia Tecnológica Formal.

De acuerdo a los resultados del procedimiento blindfolding (Tabla 72) se puede observar que los valores de  $Q^2$  están por encima de 0 (0,430 y 0,093), lo que evidencia que existe relevancia predictiva del modelo estimado.

En conclusión, con respecto a la Dimensión Humana, se puede evidenciar la relevancia del capital humano conformado por la cantidad de investigadores de calidad (Senior y Asociados) junto con el número de grupos de investigación (A1 y A) como principales determinantes de los procesos de transferencia formal. Este resultado también ha sido reportado en la literatura y se encuentra en Foltz, Barham, & Kim (2000), Friedman & Silberman (2003) y Lach & Schankerman (2004). En contraposición no resultó significativo la cantidad de profesionales dedicados a las actividades de transferencia, en contraposición a lo expresado por Chan et al. (2006) y Chapple et al. (2005).

Por tal razón, es posible afirmar que el tener investigadores en categoría Senior y Asociados, y grupos de investigación tipo A1 y A, es estadísticamente significativo para explicar los procesos de transferencia tecnológica formal en las universidades colombianas.

## Resultado de la Hipótesis planteada

De acuerdo a los resultados obtenidos de explicación de la varianza a través del modelo propuesto y la relevancia predictiva, podemos concluir lo siguiente con relación a la hipótesis planteada:

Tabla 74. Resultado de las hipótesis planteadas en el modelo.

Hipótesis		Acción	
H2	Los recursos humanos inciden positivamente en la transferencia tecnológica universitaria en las universidades colombianas.	Se acepta	Existe influencia directa del capital humano (Investigadores) en el desempeño de la TTFU, siendo los indicadores relevantes el número de investigadores senior y asociados, y los grupos de investigación tipo A1 y A.

Fuente: Elaboración propia

## 6.7 Conclusiones del capítulo

Los procesos de transferencia formal de tecnología entre las universidades y las empresas se han convertido en un factor importante porque permiten a las organizaciones receptoras de dichas tecnologías la formación de bases sólidas para competir en los mercados. Además, son un medio para que las universidades transformen el entorno y ayuden al crecimiento económico.

Las universidades han comenzado a descubrir, fortalecer y potencializar sus capacidades internas, basadas en una serie de recursos institucionales con el fin de realizar una adecuada transferencia tecnológica universitaria. En los últimos 30 años, las universidades han evolucionado y buscan nuevas formas, procesos y estructuras para poner el conocimiento al servicio de la sociedad. Con ello buscan construir capacidades institucionales para dinamizar los procesos de transferencia y la comercialización de tecnologías hacia la comunidad.

Si bien es cierto que existe amplia investigación sobre la transferencia tecnológica universitaria, esta ha sido enfocada a países desarrollados con unas condiciones muy diferentes a los países en donde estos procesos apenas se encuentran en etapa de

maduración. En el caso de América Latina, los estudios empíricos sobre esta temática son muy escasos y es este vacío empírico el que buscó llenar el presente trabajo.

El objetivo principal del capítulo consistió en evaluar de forma empírica la relación entre la dimensión financiera, cultural, humana y comercial con la transferencia tecnológica formal en las universidades colombianas. Para lograr lo anterior, se plantearon cuatro modelos de ecuaciones estructurales – SEM, y se encontró que existen relaciones significativas y positivas entre cada uno de estas dimensiones y la transferencia.

Específicamente, se encontraron diferentes determinantes que juegan un papel importante en los procesos de transferencia tecnológica formal. En la dimensión financiera, se encontró un efecto significativo en el porcentaje de recursos externos (públicos y privados) destinados a actividades de I+D. Con relación a la dimensión comercial, el estudio muestra que para la transferencia un componente significativo es contar con un portafolio tecnológico, cuya base son las divulgaciones de invención y la cartera de patentes. En cuanto a la dimensión cultural, se evidenció que el tiempo que llevan las actividades de transferencia y los años de experiencia de los responsables en llevar a cabo los procesos de transferencia, son variables importantes para explicar dicho fenómeno.

Por último, en la dimensión humana se pudo evidenciar la relevancia del capital humano, enfocado en los investigadores de calidad (Senior y Asociados) junto con el nivel de los grupos de investigación (A1 y A), como principales determinantes de los procesos de transferencia formal.

Otros aspectos importantes que llaman la atención del estudio realizado, es que variables como el porcentaje de recursos propios asignados a I+D, el tener OTT o incubadoras como intermediarios, la cantidad de incentivos a investigadores, el entorno (ecosistema) donde se encuentra la universidad, y la cantidad de profesionales dedicados a las actividades de transferencia, no resultaron significativos para explicar la transferencia tecnológica.



## **CAPITULO 7. Conclusiones, contribuciones, limitaciones y futuras líneas de investigación**

### **7.1 Conclusiones**

La transferencia tecnológica busca expandir el conocimiento innovador y las nuevas tecnologías en las empresas por medio de varios canales, tanto formales como informales. Debido a su importancia, varios estudios han buscado establecer cuáles son los principales factores que determinan la dinámica de esta transferencia en las universidades de los países desarrollados (O'Shea et al., 2007; Guerrero et al., 2014; Hsu et al., 2015). No obstante, poco ha sido explorado en el contexto de economías emergentes y son escasos los estudios en el caso colombiano. Este trabajo tomó una muestra de datos de universidades colombianas e integró la técnica de ecuaciones estructurales para identificar los factores más importantes de la transferencia y realizó los siguientes hallazgos.

Esta tesis doctoral confirma, teórica y empíricamente, la significancia de las dimensiones financiera, cultural, comercial y humana en los procesos de transferencia tecnológica, y pone en evidencia los principales determinantes de este proceso para las universidades colombianas. Los resultados obtenidos muestran en la dimensión financiera la importancia de los recursos financieros externos (públicos y privados) en los procesos de transferencia formal, mientras que los recursos propios destinados a I+D no resultaron significativos. Lo anterior podría estar ligado a que en su mayoría en las convocatorias de asignación de recursos externos se solicitan resultados puntuales productos de necesidades previas ya sea de organismos públicos o privados, mientras que los recursos internos asignados a I+D, pueden obedecer no necesariamente a necesidades del entorno y están sujetos a los intereses institucionales de las universidades.

Con relación a la dimensión comercial, el estudio permite evidenciar que un componente importante estadísticamente es contar con un portafolio tecnológico, el cual es producto tanto de la cantidad de divulgaciones de invención seleccionadas para ser protegidas, y la cartera de patentes (presentadas ante la SIC y el PCT) con las que cuenta la institución. Lo importante a tener en cuenta, es que esta cartera tecnológica debe obedecer a una vigilancia tecnológica previa con el fin de identificar clientes potenciales interesados en las

tecnologías producidas por la universidad, y una serie de capacidades que permitan el desarrollo efectivo de los negocios. Cabe resaltar que aproximadamente la mitad de las universidades de la muestra consideran que tienen un nivel regular en aspectos relacionados con la capacidad para desarrollar negocios, habilidades para negociar con clientes y habilidades para la detección y contratación de fondos de capital de riesgo y semilla. De otra parte, no resultó significativo en el estudio el hecho de contar con estructuras organizacionales creadas como intermediarios en los procesos de transferencia, tales como incubadoras u oficinas de transferencia de resultados de investigación.

El estudio muestra también que, respecto a la dimensión cultural, los determinantes estadísticamente significativos están asociados al tiempo que se han realizado actividades de transferencia en la institución y la experiencia de los responsables de estos procesos. Estos criterios podrían dar luces acerca de la no significancia de los intermediarios en los procesos de transferencia formal, dado que la importancia de tener una tradición emprendedora y tener como criterio la experiencia de los encargados de dichos procesos pueden convertirse en un factor de éxito en la transferencia tecnológica. Por otra parte, la cantidad de incentivos ofrecidos a los docentes que se encuentran inmersos en las actividades de investigación y transferencia no resultó significativo, lo cual invita a reflexionar a las instituciones universitarias colombianas a buscar cuáles podrían ser los factores motivacionales que faciliten los procesos de transferencia.

Otro hallazgo importante del estudio es que no se encontró incidencia del entorno en los procesos de transferencia universidad – empresa, lo que da a entender una falta de articulación entre los diferentes actores que forman parte del ecosistema de innovación. Lo anterior se visualiza en este estudio cuando se hace el análisis descriptivos de las variables y se encuentra un nivel bajo de licenciamiento por parte de las universidades, así como un nivel bajo de licencias que han generado ingresos a las universidades y de ingresos recibidos por la comercialización de tecnologías protegidas.

En cuanto a la dimensión humana, se evidenció la relevancia que tiene el capital humano concentrado en el caso colombiano a los investigadores de tipo Senior y Asociados de acuerdo a la clasificación de Colciencias, aunado al número de grupos de investigación de tipo A1 y A. Lo anterior deja ver la importancia del recurso humano como agente generador de invenciones, por tal razón es necesario alinear estratégicamente este recurso a las

necesidades de la sociedad con el fin de lograr procesos de transferencia tecnológica exitosos que aporten al entorno e impacten al desarrollo del país. En contraste, no resultó significativo la cantidad de profesionales dedicados a las actividades de transferencia, resultado que va en la misma vía de la no significancia de estructuras organizacionales definidas encargadas de los procesos de transferencia, particularmente, OTT.

De manera general, el estudio muestra que los procesos de transferencia tecnológica formal en las universidades colombianas son recientes, con una mediana de 6 años, lo que muestra es que hasta ahora se está iniciando un proceso de maduración, que en países desarrollados ya se llevan más de 30 años. Dado lo reciente de este proceso, resulta acorde a la información presentada por Colciencias con relación a la producción científica de los grupos de investigación en Colombia, donde la producción asociada al “Desarrollo Tecnológico” solo representa el 4% del total de dicha producción, y con relación al ítem “Nuevo Conocimiento”, solo el 1% concierne a patentes, modelos de utilidad y variedades animales y vegetales, mientras que el 99% corresponde a transferencia informal (artículos de investigación, capítulos de libros, etc).

Otro resultado importante de mencionar es acerca de los mecanismos de transferencia formal usados por las universidades, donde se evidencia que los contratos de cooperación tecnológica ocupan el primer lugar con un porcentaje aproximado del 79%, seguido de los acuerdos de licencias con un 19% y finalmente las Spin-off con un 2%. De acuerdo a esta información, se observa que los investigadores están valorando los canales bidireccionales de transferencia, como es el caso de la cooperación tecnológica conjunta, la cual representa aproximadamente el 63% del total de mecanismos utilizados.

De todas formas, se puede observar que en los últimos años, si bien es cierto los contratos de cooperación han incrementado, el número de acuerdos de licencia generados por las universidades, así como la creación de empresas de base tecnológica (Spin-off), han aumentado sustancialmente.

Por otra parte, la solicitud de patentes registradas ante la SIC también han presentado incrementos significativos en los últimos tres años en las universidades, lo cual puede estar relacionado con las políticas de apoyo en el trámite de solicitudes de patentes y una serie de programas e incentivos direccionados para tal fin, como los son el programa OMPI-FEM

de asistencia legal para inventores (PAI), el Premio Nacional del Inventor Colombiano, la formación en propiedad intelectual y centros CIGEPI – CATI. También es importante resaltar que las universidades se han enfocado más por la obtención de patentes de invención que de modelos de utilidad, y su protección está enfocada al ámbito nacional. Lo anterior puede estar ligado a los costos asociados por patente que se presente ante la PCT, que pueden llegar hasta los diez millones de pesos colombianos, un costo elevado para asumir, dado que no se cuenta con un mercado potencial identificado para la comercialización de dichas patentes.

En conclusión, se puede afirmar que los investigadores y sus grupos de investigación son recursos con capacidad para absorber, crear y difundir conocimiento y son un eslabón importante de la cadena del proceso de transferencia tecnológica universitaria. Por tal razón, es necesario articular esta fuente de conocimiento tan relevante con las necesidades reales del entorno. Para esto, son necesarias regulaciones o reglamentaciones internas e intermediarios que tengan la experiencia en generar valor a las actividades de I+D, y que entienden cuáles divulgaciones tienen potencial de ser comercializadas y llevadas a la industria. De esta manera, se puede llegar a transformar la innovación universitaria en valor económico y, por otra parte, se contribuirá en el desarrollo de la región.

## **7.2 Contribuciones**

Las universidades, tanto en países emergentes como en desarrollo, son actores fundamentales dentro de los sistemas de innovación y participan en los procesos de transferencia tecnológica de diferentes formas. Por tal razón, es importante comenzar a develar cómo se da este fenómeno en las universidades colombianas.

El presente trabajo al enfocarse en la transferencia tecnológica formal universitaria en Colombia, va más allá del estudio realizado por Lizarazo et al. (2015), el cual estudió universidades públicas colombianas y no profundizó en las relaciones existentes entre las diferentes dimensiones (humana, comercial, financiera y cultural) con los resultados del proceso de transferencia. Por otra parte, sirve de complemento al trabajo realizado por Méndez et al. (2016), quien detecta la existencia de una brecha entre el investigador y el empresario, pero no permite identificar las verdaderas necesidades de esta relación. Por

otra parte, esta investigación refuerza el trabajo realizado por Donneys y Blanco (2016), quienes manifiestan que la transferencia tecnológica universitaria colombiana presenta dificultades dado la poca tradición en este campo.

Esta investigación aporta para mejorar la gestión de las universidades, porque los directivos pueden utilizar este estudio para entender cómo se encuentran caracterizadas las universidades colombianas con relación a los procesos de transferencia. Además, ayuda a entender de qué manera se está dando la transferencia tecnológica y, de esta manera, el presente estudio puede ayudar a trazar políticas o lineamientos para mejorar las instituciones. Adicionalmente, los resultados del trabajo brindan luces sobre la perspectiva de los encargados de la transferencia en las universidades acerca de la capacidad que se tiene para el desarrollo de los negocios (comercialización de las tecnologías). De esta manera, el estudio ayuda a fortalecer estas dinámicas sociales con el fin de lograr una articulación más eficiente de las universidades con la economía para que las labores científicas permitan dar soluciones a los problemas productivos de la sociedad y la posicionen como un agente fundamental para el progreso económico.

De acuerdo con la información recolectada y los modelos estimados, para la mayoría de las universidades colombianas el proceso de transferencia formal es reciente y requiere de unas políticas adecuadas y de aprendizajes en la gestión de los recursos con los que cuentan. Este proceso de aprendizaje toma tiempo y requiere una supervisión cercana de los resultados de la transferencia tecnológica universitaria por parte de los entes gubernamentales, con el objetivo de que tracen políticas más efectivas para apoyar a los tomadores de decisiones universitarios y académicos.

En suma, este trabajo contribuye a comprender el papel que tienen ciertas variables en el desempeño de la transferencia tecnológica formal universitaria. Basados en los datos universitarios para Colombia, fue proporcionada nueva evidencia que sugiere que la financiación externa, la cartera tecnológica, las características del tiempo de las actividades de transferencia y el capital humano especializado (investigadores) son los factores importantes que influyen en la eficacia de la transferencia tecnológica de las universidades.

### **7.3 Limitaciones de la investigación**

A continuación, se presentan las principales limitaciones identificadas en esta tesis:

- Existieron inconvenientes con el tamaño muestral, dado que se quería obtener una muestra más grande, aunque como factor positivo está la diversidad en tamaño y lugar del ranking de las universidades investigadas. Sería conveniente contar con la participación de un mayor número de universidades con el fin de tener una visión mayor del contexto colombiano.
- Otra dificultad detectada es que algunas universidades no tenían organizada la información. Por este motivo, los tiempos de recolección de la información fueron muy largos.
- De otra parte, varias universidades no dieron respuesta aduciendo privacidad de la información y esto limita el hallazgo de importantes evidencias sobre el fenómeno analizado.
- Otra limitación fue la presencia del COVID, dado que esto llevó a restricciones de varios tipos y ralentizó los procesos de recolección de la información. En otros casos se convirtió en un factor de peso para abandonar el proceso de colaboración de la investigación.

### **7.4 Futuras líneas de investigación**

Se sugiere que la investigación futura incluya una réplica de la investigación en otros países de Latinoamérica con el fin de realizar comparación de los resultados a partir de las similitudes que hay en la región. Por otra parte, sería interesante ampliar el estudio a la búsqueda de determinantes de la transferencia tecnológica informal y de esta manera poder evaluar si existe coincidencia con algunos de los determinantes de la transferencia tecnológica formal.

Este trabajo planteó unos modelos iniciales que pueden servir de base para la construcción de otros modelos. Para esto, es necesario agregar más variables por cada una de las

dimensiones analizadas y de esta manera poder crear modelos más robustos a través del tiempo.

Por último, un trabajo futuro podría enfocarse en realizar la construcción de un modelo que una todas las dimensiones (Financiera, Comercial, Cultural y Humana) y de esta manera poder verificar la influencia de los diferentes determinantes en los procesos de transferencia tecnológica universitaria. Para ello, es necesario contar con una muestra de datos mayor a la utilizada en el presente trabajo.

## ANEXOS

### **Anexo A. Universidades participantes del estudio**

Universidad de Antioquia

Universidad Autónoma de Bucaramanga

Universidad Autónoma de Manizales

Universidad de Caldas

Universidad de la Sabana

Universidad de la Salle

Universidad de Manizales

Universidad de Medellín

Universidad de Pamplona

Universidad del Atlántico

Universidad del Norte

Universidad del Rosario

Universidad del Valle

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Universidad EAFIT

Universidad EAN

Universidad ICESI

Universidad Industrial de Santander

Universidad Javeriana

Universidad Jorge Tadeo Lozano

Universidad Militar Nueva Granada

Universidad Pedagógica Nacional

Universidad Pontificia Bolivariana

Universidad Tecnológica de Pereira

## BIBLIOGRAFÍA

- Superintendencia de Industria y Comercio. (14 de 08 de 2020). *SIC*. Obtenido de SIC portal web: <https://www.sic.gov.co/estadisticas-propiedad-industrial>
- Abreu, M., & Grinevich, V. (2013). The nature of academic entrepreneurship in the UK: Widening the focus on entrepreneurial activities. *Research Policy*, 42, 408 - 422.
- Aguilera, D. (2012). *Modelos destacados de transferencia tecnológica para la agricultura en América*. Santiago de Chile: Ministerio de Agricultura. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias.
- Albuquerque, E., Suzigan, W., Cário, S., Fernandes, A., Shima, W., & Britt, J. (2008). *An investigation on the contribution of universities and research institutes for maturing the Brazilian innovation system: Preliminary results*. Mexico City: Globelics.
- Algieri, B., Aquino, A., & Succurro, M. (Agosto de 2013). Technology transfer offices and academic spin-off creation: the case of Italy. *The Journal of Technology Transfer*, 38(4), 382-400. doi:<https://doi.org/10.1007/s10961-011-9241-8>
- Alvesson, M. (2004). *Knowledge Work and Knowledge-Intensive Firms*. New York: Oxford University Press.
- Andrade, R., Fernandes, G., & Tereso, A. (2016). Benefits Management in University-Industry R&D Collaborative Projects: A Review on Benefits and Success Factors. *Procedia Computer Science*, 100, 921-927. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.249>
- Angulo, B. (2016). *Factores que limitan la transferencia de tecnología: Más allá del resultado de investigación*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Ankrah, S., & Al-Tabbaa, O. (Septiembre de 2015). Universities—industry collaboration: A systematic review. *Scandinavian Journal of Management*, 31(3), 387-408. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.scaman.2015.02.003>
- Anselin, L., Varga, A., & Acs, Z. (1997). Local geographic spillovers between university research and high technology innovations. *Journal of Urban Economics*, 42(3), 422 - 448.
- Arechavala, R., & Sanchez, C. (2017). Las universidades públicas mexicanas: los retos de las transformaciones institucionales hacia la investigación y la transferencia de conocimiento. *Revista de la educación superior*, 46(184), 21 - 37. doi:<https://dx.doi.org/10.1016/j.resu.2017.09.001>
- Arguedas, O. (2009). La pregunta de investigación. *Acta Médica Costarricense*, 51(2), 89 - 90.
- Arias, J., & Aristizábal, C. (2011). Transferencia de conocimiento orientada a la innovación social en la relación ciencia-tecnología y sociedad. *Revista científica Pensamiento y Gestión*(31).
- Arza, V., & Vazquez, C. (2010). Interactions between public research organisations and industry in Argentina. *Science and Public Policy*, 37(7), 499 - 511.
- Audretsch, D. (Junio de 2014). From the entrepreneurial university to the university for the entrepreneurial society. *The Journal of Technology Transfer*, 39(3), 313-321. doi:<https://doi.org/10.1007/s10961-012-9288-1>
- Audretsch, D., & Link, A. (2017). *Universities and the entrepreneurial ecosystem*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- Audretsch, D., Lehmann, E., & Warning, S. (2005). University spillovers and new firm location. *Research Policy*, 34(7), 1113 - 1122.
- Audretsch, D., Lehmann, E., & Wright, M. (2014). Technology transfer in a global economy. *The journal of Technology Transfer*, 39, 301 - 312.
- Baglieri, D., Baldi, F., & Tucci, C. (2018). University technology transfer office business models: One size does not fit all. *Technovation*, 76 - 77, 51 - 63.

- Bagozzi, R., & Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the academy of marketing science*, 16(1), 74 - 94.
- Baldini, N. (2009). Implementing Bayh–Dole-like laws: faculty problems and their impact on university patenting activity. *Research Policy*, 38, 1217 - 1224.
- Banco Mundial. (2019). *World Bank Group*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>
- Barclay, D., Higgins, C., & Thompson, R. (1995). The Partial Least Squares (PLS) approach to causal modelling, personal computer adoption and use as an illustration. *Technology Studies*, 2, 285 - 309.
- Barclay, D., Higgins, C., & Thompson, R. (1995). The Partial Least Squares (PLS) Approach to Causal Modeling: Personal Computer Adoption and Use as an Illustration. *Technology Studies. Special Issue on Research Methodology*, 2(2), 285 - 309.
- Becerra, M. (2004). *La transferencia de tecnología en Japón. Conceptos y enfoques. Ciencia VII, No. 1*. Monterrey, México: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Bekkers, R., & Bodas Freitas, I. (2008). Analysing knowledge transfer channels between universities and industry: To what degree do sectors also matter? *Research Policy*, 37, 1837 – 1853.
- Bennett, A., & Carriere, M. (2007). Technology Transfer at the University of California. En A. Krattiger, R. Mahoney, & L. Nelsen, *Intellectual Property Management in Health and Agricultural Innovation: A Handbook of Best Practices* (págs. 1729 - 1737). MIHR: Oxford, U.K., and PIPRA: Davis, U.S.A.
- Bentler, P., & Chou, C. (1987). Practical Issues in Structural Modeling. *Sociological Methods and Research*, 16(1), 78 - 117.
- Beraza, J., & Rodríguez, A. (2010). Estructuras de intermediación para la transferencia de conocimiento universitario: las oficinas de transferencia de tecnología. *Propiedad intelectual*, 152 - 176.
- Berbegal, J., Sánchez, J., & Ribeiro, E. (Julio de 2015). University–industry partnerships for the provision of R&D services. *Journal of Business Research*, 68(7), 1407-1413. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.01.023>
- Bessette, R. (2003). Measuring the economic impact of university-based research. *Journal of Technology Transfer*, 28(3 - 4), 355 - 361.
- Bogers, M., Chesbrough, H., & Moedas, C. (2017). Open innovation: Research, practices and policies. *California Management Review*, 60(2), 5 - 16.
- Bonache, J. (1999). El estudio de casos como estrategia de construcción teórica: características, críticas y defensas. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 3, 123 - 140.
- Borbón, C., & Arvizu, M. (2015). Contraste empírico de la transferencia de tecnología en tres empresas de agricultura protegida en México. *Revista Electrónica Nova Scientia*, 7(15), 364 – 388.
- Bound, J., Braga, B., Khanna, G., & Turner, S. (2019). Public Universities: The Supply Side of Building a Skilled Workforce. *The Russell Sage Foundation Journal of the Social Sciences*, 5(5), 43 - 66.
- Bozeman, B., Fay, D., & Slade, C. (2012). Research collaboration in universities and academic entrepreneurship: the state of the art. *The Journal of Technology Transfer*, 38, 1 - 67. doi:<https://doi.org/10.1007/s10961-012-9281-8>
- Bozeman, B., Rimes, H., & Youtie, J. (2015). The evolving state of the art in technology transfer research: Revisiting the contingent effectiveness model. *Research Policy*, 44, 34 - 49.
- Bradley, S., Hayter, C., & Link, A. (2013). *Models and Methods of University Technology Transfer*. Boston: Now Publishers Incorporated.

- Bramwell, A., & Wolfe, D. (2008). Universities and regional economic development: the entrepreneurial University of Waterloo. *Research Policy*, 37(8), 1175 - 1187.
- Caldera, A., & Debande, O. (2010). Performance of Spanish universities in technology transfer: An empirical analysis. *Research Policy*, 39, 1160 - 1173.
- Carayannis, E., & Campbell, D. (2009). 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': Toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International Journal of Technology Management*, 201-234.
- Carayannis, E., Barth, T., & Campbell, D. (2012). The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 1-12.
- Cardenas, J. J. (2013). Universidad, ciencia y formación investigativa. *Revista PAPELES*, 5(9), 75-86.
- Cardona, R. (2011). Estrategia basada en los recursos y capacidades. Criterios de evaluación y el proceso de desarrollo. *Revista Electronica Forum Doctoral*(4), 113 - 147.
- Carlsson, B., & Fridh, A. (2002). Technology transfer in United States universities: a survey and statistical analysis. *Journal of Evolutionary Economics*, 12(1-2), 199 - 232.
- Cassiman, B., Di Guardo, M., & Valentini, G. (2010). Organizing links with science: Cooperate or contract? A project-level analysis. *Research Policy*, 39(7), 882 – 892.
- Castillo, H. (2010). El modelo de la triple hélice como un medio para la vinculación entre la universidad y empresa. *Revista Nacional de Administración*, 1(1), 85 - 94.
- Chan, L. (2013). Universities as Engines of Economic Growth—Entrepreneurship in Academia: A Singapore Experience. En K. Hishida, *Fulfilling the Promise of Technology Transfer* (págs. 95-100). Tokyo: Springer.
- Chang, Y., Chen, M., Hua, M., & Yang, P. (2006). Managing academic innovation in Taiwan: towards a “scientific–economic” framework. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(2), 199 - 213.
- Chapple, W., Lockett, A., Siegel, D., & Wright, M. (2005). Assessing the relative performance of U.K. university technology transfer offices: parametric and non-parametric evidence. *Research Policy*, 34(3), 369 - 384.
- Chesbrough, H. (2003). *Open innovation: the new imperative for creating and profiting from technology*. Boston: Harvard Business School Press.
- Chetty, S. (1996). The case study method for research in small- and médium - sized firms. *International small business journal*, 5.
- Chin, W. (2013). How to Write Up and Report PLS Analyses. En V. Esposito Vinzi, W. Chin, J. Henseler, & H. Wang, *Handbook of Partial Least Squares. Concepts, Methods and Applications*. (págs. 655 - 690). New York: Springer.
- Chin, W., & Dibbern, J. (2010). An Introduction to a Permutation Based Procedure for Multi-Group PLS Analysis: Results of Tests of Differences on Simulated Data and a Cross Cultural Analysis of the Sourcing of Information System Services Between Germany and the USA. doi:10.1007/978-3-540-32827-8\_8
- Chrisman, J., Hynes, T., & Fraser, S. (1995). Faculty entrepreneurship and economic development: the case of the University of Calgary. *Journal of Business Venturing*, 10(4), 267 - 281.
- Chugh, H. (2004). *New academic venture development: exploring the influence of the technology transfer office on university spinouts. Working Paper*. London: Tanaka Business School, Imperial College.
- Cimoli, M., Ferraz, J., & Primi, A. (2005). *Science and Technology Policies in Open Economies: The Case of Latin America and the Caribbean, Productive Development Series*. Santiago de Chile: ECLAC-United Nations.
- Clarke, B. (1988). *Creating Entrepreneurial Universities: Organizational Pathways of Transformation*. Bingley: Emerald.

- Clarysse, B., Tartari, V., & Salter, A. (2011). The impact of entrepreneurial capacity, experience and organizational support on academic entrepreneurship. *Research Policy*, 40(8), 1084 - 1093.
- Cohen, W., Nelson, R., & Walsh, J. (2002). Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D. *Management Science*, 48(1), 1 - 23.
- Collis, D. (1994). How valuable are organizational capabilities? *Strategic Management Journal*, 15, 143 - 152.
- Congreso de Colombia. (06 de Julio de 2017). Ley No 1838. Obtenido de [www.colciencias.gov.co/normatividad/ley-1838-2017](http://www.colciencias.gov.co/normatividad/ley-1838-2017)
- Conti, A., & Gaule, P. (2011). Is the US outperforming Europe in university technology licensing? A new perspective on the European Paradox. *Research Policy*, 40(1), 123 – 135.
- Cortés, F. A. (Agosto de 2006). La relación universidad-entorno socioeconómico y la innovación. *Revista Ingeniería e Investigación*, 26(2), 94-101.
- Costello, A., & Osborne, J. (2005). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most your analysis. *practical Asseement, Research, and Evaluation*, 10, 1 - 9.
- COTEC. (2003). *Nuevos mecanismos de transferencia de tecnología. Debilidades y oportunidades del sistema español de transferencia de tecnología*. Madrid.
- Creswell, J. (2014). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. 4 ed. Los Angeles: SAGE Publications.
- Cuenya, L., & Ruetti, E. (2010). Controversias epistemológicas y metodológicas entre el paradigma cualitativo y cuantitativo en psicología. *Revista Colombiana de Psicología*, 19(2), 271 - 277.
- Cuervo, A. (1993). El papel de la empresa en la competitividad. *Papeles de Economía Española*(56), 363 - 377.
- Daim, T., & Ozdemir, D. (2012). Impact of US economic crises on university research and development investments. *Journal of the Knowledge Economy*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1007/s13132-012-0135-2>
- De la Vega, I. (2018). Estado y dinámicas de los sistemas tecnocientíficos: el caso de los países de la Alianza del Pacífico. *Revista del CLAD Reforma y Democracia*(70), 29 - 60.
- Debackere, K., & Veugelers, R. (2005). The role of academic technology transfer organizations in improving industry science links. *Research Policy*, 35, 321 - 342.
- D'Este, P., & Perkmann, M. (2011). Why do Academics Engage with Industry? The Entrepreneurial University and Individual Motivations. *Journal of Technology Transfer*, 36(3), 316 - 339.
- Di Gregorio, D., & Shane, S. (2003). Why do some universities generate more start-ups than others? *Research Policy*, 32, 209 - 227.
- Diamantopoulos, A., Sarstedt, M., Fuchs, C., Wilczynski, P., & Kaiser, S. (2012). Guidelines for choosing between multi-item and single-item scales for construct measurement: A predictive validity perspective. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 40(3), 434 – 449. doi:<https://doi.org/10.1007/s11747-011-0300-3>
- Dillon, W., & Goldstein, M. (1984). *Multivariate Analysis. Methods and applications*. Nueva York (USA): John Wiley & Sons.
- Donneys, F., & Blanco, B. (2016). La transferencia de tecnología en universidades colombianas. *Economía y Desarrollo*, 157(2), 182 - 198.
- Douglass, J., & Bleemer, Z. (2018). Approaching a Tipping Point? A History and Prospectus of Funding for the University of California. *Berkeley, CA: Center for Studies in Higher Education Report*, 1 - 45. doi:<https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3250871>
- Dutrenit, G., & Arza, V. (2015). Features of interactions between public research organizations and industry in Latin America: the perspective of researchers and firms. En *Developing*

- National Systems of Innovation: University-industry Interactions in the Global South.* Cheltenham UK: Edward Elgar Pub.
- Dutrénit, G., De Fuentes, C., & Torres, A. (2010). Channels of interaction between public research organisations and industry: evidence from Mexico. *Science and Public Policy*, 37(7), 513 – 526.
- Echarri, A., & Pendas, A. (1999). *La transferencia de tecnología. Aplicación práctica y jurídica.* Fundación Confemetal: Madrid.
- Eisenhardt, K. (1989). Building Theories from Case Study Research. *Academy of*, 14(4), 532 - 550.
- Eisenhardt, K. (1991). Better stories and better constructs: the case for rigor and comparative logic. *Academy of Management Review*, 16(3), 620 - 627.
- Elliott, D., Levin, P., & Meisel, J. (1988). Measuring the economic impact of institutions of higher education. *Research in Higher Education*, 28(1), 17 - 33.
- Escorsa, P. (2001). De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva en las empresas. *Conferencia inaugural de los Estudios de Información y Documentación de la UOC del segundo semestre del curso 2001-2002.* Cataluña. Obtenido de [https://www.uoc.edu/web/esp/art/uoc/escorsa0202/escorsa0202\\_imp.html](https://www.uoc.edu/web/esp/art/uoc/escorsa0202/escorsa0202_imp.html)
- Escorsa, P., & Valls, J. (2003). *Tecnología e innovación en la empresa.* Barcelona: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.
- Etzkowitz, H. (Enero de 2004). The Evolution of the Entrepreneurial University. *International Journal of Technology and Globalisation*, 1(1), 64 - 77.
- Etzkowitz, H. (05 de Agosto de 2013). Anatomy of the entrepreneurial university. *Social Science Information*, 52(3), 486 - 511. doi:10.1177/0539018413485832
- Etzkowitz, H. (2016). The Entrepreneurial University: Vision and Metrics. *Industry and Higher Education*, 30(2), 83 – 97. doi:<https://doi.org/10.5367/ihe.2016.0303>
- Etzkowitz, H. (2017). Innovation Lodestar: The entrepreneurial university in a stellar knowledge firmament. *Technological Forecasting and Social Change*, 123, 122 - 129. doi:<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.04.026>
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1995). The triple helix—university—industry—government relations: a laboratory for knowledge-based economic development. *EASST Review*, 14(1), 14 - 19.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1998). The Endless Transition: A "Triple Helix" of University-Industry-Government Relations. *Minerva*, 36(3), 203-208.
- Etzkowitz, H., & 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(2), 109 - 123.
- Falk, R., & Miller, N. (1992). *A primer for soft modeling.* OH: University of Akron Press.
- Feldman, M. (2003). Entrepreneurship and American research universities: evolution in technology transfer. *The Emergence of Entrepreneurship Policy*, 92 - 112.
- Fernandes, A., Chaves, C., Suzigan, W., Albuquerque, E., Stamford da Silva, A., & Campello de Souza, B. (2010). The importance of academy—industry interaction for the Brazilian immature innovation system: evidences from a comprehensive database. *Science and Public Policy*, 37(7), 485 – 498.
- Fernández, I., Castro, E., Conesa, E., & Gutiérrez, A. (2000). The Relationship University-Industry: Between the Transference of Results and the Regional Apprenticeship. *Espacios*, 21(2). Obtenido de <http://www.revistaespacios.com/a00v21n02/60002102.html#inicio>
- Field, A. (2009). *Discovering Statistics using SPSS.* Los Angeles: SAGE.
- Flores, M. (2004). Implicaciones de los paradigmas de investigación en la práctica educativa. *Revista Digital Universitaria*, 5(1), 2 - 9.

- Foltz, J., Barham, B., & Kim, K. (2000). Universities and agricultural biotechnology patent production. *Agribusiness*, 16(1), 82 - 95.
- Fornell, C., & Larcker, D. (1981). Structure equation models: LISREL and PLS applied to customer exist-voice theory. *Journal of Marketing Research*, 18(2), 39 - 50.
- Franco, F., Londoño, J., Villa, S., & Viana, N. (2018). Identificación de tipos, modelos y mecanismos de transferencia tecnológica que apalancan la innovación. *Revista CINTEX*, 23(2), 13 - 23.
- Friedman, J., & Silberman, J. (2003). University technology transfer: do incentives, management and location matter? *Journal of Technology Transfer*, 28, 17 - 30.
- Garrido, C., & Rondero, N. (2015). *Oficinas de transferencia*. México: UDUAL/REDUE ALCUE.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow, M. (1994). *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. London: Sage.
- Giuliani, E., & Arza, V. (2009). What drives the formation of 'valuable' university-industry linkages?: Insights from the wine industry. *Research Policy*, 38, 906 - 921.
- Goldstein, H. (1990). Estimating the regional economic impact of universities: an application of input-output analysis. *Planning for Higher Education*, 18(1), 51 - 64.
- Gómez, J. M., Mira, I., & Verdú, A. (2007). Las Spin Offs Académicas como vía de Transferencia Tecnológica. *Economía Industrial*(366), 61-72.
- González, J. (2011). *Manual de transferencia de tecnología y conocimiento*. España: The Transfer Institute.
- Gorman, G., & McCarthy, S. (2006). Business Development Support and Knowledge-Based Businesses. *The Journal of Technology Transfer*, 31(1), 131 - 143.
- Grao, J., Iriarte, M., Ochoa, C., & Vieira, M. J. (2014). *La Tercera Misión de las Universidades*. Mexico: Imaginaria Editores.
- Grasso, L. (2006). *Encuestas: Elementos para su diseño y análisis*. Córdoba, Argentina: Encuentro Grupo Editor.
- Grimaldi, R., Kenney, M., Siegel, D., & Wright, M. (2011). 30 years after Bayh-Dole: Reassessing academic entrepreneurship. *Research Policy*, 40(8), 1045 - 1057.
- Guba, E., & Lincoln, Y. (1994). *Competing Paradigms in Qualitative Research: Handbook of Qualitative Research*. California: SAGE.
- Guerrero, M., Cunningham, J., & Urbano, D. (2015). Economic impact of entrepreneurial universities' activities: An exploratory study of the United Kingdom. *Research Policy*, 3(44), 748 - 764.
- Guerrero, M., Heaton, S., & Urbano, D. (2020). Building universities' intrapreneurial capabilities in the digital era: The role and impacts of Massive Open Online Courses (MOOCs). *Technovation*.
- Hair, J., Hult, T., Ringle, C., Sarstedt, M., Castillo, J., Cepeda, G., & Roldán, J. (2017). *Manual de Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. Los Angeles: SAGE Publishing.
- Hair, J., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2011). PLS-SEM: Indeed a silver bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 19, 139 - 151.
- Hair, J., Sarstedt, M., Hopkins, L., & Kuppelwieser, V. (2014). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): An emerging tool in business research. *European Business Review*, 26(2), 106 - 121.
- Heaton, S., Lewin, D., & Teece, D. (2019). Managing campus entrepreneurship: Dynamic capabilities and university leadership. *Managerial and Decision Economics*, 1 - 15. doi:DOI: 10.1002/mde.3015

- Helfat, C., & Peteraf, M. (2003). The dynamic resource-based view: capability lifecycles. *Strategic Management Journal*, 24, 997 - 1010.
- Helfat, C., & Winter, S. (2011). Untangling dynamic and operational capabilities: Strategy for the (N)ever-changing world. *Strategic Management Journal*, 32, 1243 - 1250.
- Henderson, R., Jaffe, A., & Trajtenberg, M. (1998). Universities as a source of commercial technology: a detailed analysis of university patenting, 1965–1988. *Review of Economics and Statistics*, 80(1), 119 - 127.
- Henseler, J., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43, 115 - 135.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores.
- Hidalgo, A., León, G., & Pavón, J. (2002). *La gestión de la innovación y la tecnología en la organizaciones*. Madrid: Editorial Pirámide.
- Hsu, D., Shen, Y., Yuan, B., & Chou, C. (2015). Toward successful commercialization of university technology: Performance drivers of university technology transfer in Taiwan. *Technological Forecasting & Social Change*, 92, 25 - 39.
- Huerta, J. (2005). Guía para los estudios de caso como técnica de evaluación o de investigación. *Mimeografiado*, 1 - 18.
- Hueso, A., & Cascant, M. (2012). *Metodología y Técnicas Cuantitativas de Investigación*. Valencia: Universitat Politècnica de Valencia.
- Hulland, J. (1999). Use of partial least squares (PLS) in strategic management research: a review of four recent studies. *Strategic Management Journal*, 20(2), 195 - 204.
- Ibarra, S., & Suárez, J. (2002). La teoría de los recursos y las capacidades: un enfoque actual en la estrategia empresarial. *Anales de estudios económicos y empresariales*(15), 63 - 89.
- Ishengoma, E., & Vaaland, T. (2016). Can university-industry linkages stimulate student employability? *Education + Training*, 58(1), 18 - 44. doi:<https://doi.org/10.1108/ET-11-2014-0137>
- Jaffe, A. (1989). Real effects of academic research. *The American Economic Review*, 79(5), 957 - 970.
- Jensen, R., & Thursby, M. (2001). Proofs and prototypes for sale: the licensing of university inventions. *American Economic Review*, 91(1), 240 - 259.
- Jiménez, A. (2016). Relaciones universidad-empresa: Hacia una productividad basada en innovación. *Gestión y Tendencias*, 2(1), 7 - 10.
- Ken, Y., Chang, Y., Chen, Y., & Weng, S. (2009). The overall investigation of the development of academic institutions' technology transfers in Taiwan. *Commerce & Management Quarterly*, 10(4), 625 - 646.
- Kendall, M. (1975). *Rank correlation methods*. London: Griffin.
- Kenney, M., & Patton, D. (2009). Reconsidering the Bayh–Dole Act and the current university invention ownership model. *Research Policy*, 38, 1407 - 1422.
- Kim, L. (2000). La dinámica del aprendizaje tecnológico en la industrialización. Working Paper. *United Nations University, Institute for New Technologies*.
- Kim, L., & Nelson, R. (2013). *Technology, Learning, and Innovation: Experiences of Newly Industrializing Economies*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Klofsten, M., Fayolle, A., Guerrero, M., Mian, S., Urbano, D., & Wright, M. (2019). The entrepreneurial university as driver for economic growth and social change - Key strategic challenges. *Technological Forecasting and Social Change*, 141, 149 - 158.

- La República. (Noviembre de 2018). Por cada peso que se invierte, la Universidad Nacional pone 70 centavos. *La República*.
- Lach, S., & Schankerman, M. (2004). Royalty sharing and technology licensing in universities. *Journal of the European Economic Association*, 2(2 - 3), 252 - 264.
- Lawton, H., & Leydesdorff, L. (2012). The Triple Helix in the Context of Global Change: Dynamics and Challenges. doi:<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2177331>
- Lee, K., Ohta, T., & Kakehi, K. (2010). Formal boundary spanning by industry liaison offices and the changing pattern of university—industry cooperative research: the case of the University of Tokyo. *Technology Analysis & Strategic Management*, 22(2), 189 – 206.
- Lehrer, M., Nell, P., & Garber, L. (2009). National systems view of university entrepreneurialism: Inferences from comparison of the German and US experience. *Research Policy*, 38, 268 - 280.
- Lichtenthaler, U., & Ernst, H. (2010). Integrated knowledge exploitation: the complementarity of product development and technology licensing. *Strategic Management Journal*, 33(5), 513 - 534.
- Liew, M., Tengku, T., & Lim, E. (08 de Octubre de 2012). Strategic and Tactical Approaches on University - Industry Collaboration. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 56, 405-409. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.669>
- Link, A., & Siegel, D. (2005). Generating science-based growth: an econometric analysis of the impact of organizational incentives on university—industry technology transfer. *European Journal of Finance*, 11(3), 169 - 181.
- Lizarazo, M., Jaime, A., & Camacho, J. (2016). La Transferencia de Tecnología en Colombia: El Caso de la Universidad Industrial de Santander. *Conference: 5º Congreso Internacional de Gestión Tecnológica y de la Innovación – COGESTEC 2016*.
- Lizarazo, M., Jaime, A., Camacho, J., & Martínez, H. (2015). La transferencia de tecnología en universidades públicas de países en desarrollo: El caso de las universidades Públicas Colombianas. *ALTEC*.
- Lockett, A., & Wright, M. (2005). Resources capabilities, risk capital and the creation of university spin-out companies. *Research policy*, 34(7), 1043 - 1057.
- Lockett, A., Siegel, D., Wright, M., & Ensley, M. (2005). The creation of spin-off firms at public research institutions: managerial and policy implications. *Research Policy*, 34(7), 981 - 993.
- López, J. (1996). Los recursos intangibles en la competitividad de las empresas: Un análisis desde la Teoría de los Recursos. *Economía industrial*(307), 25 - 35.
- López, M., Mejía, J., & Schmal, R. (2006). Un Acercamiento al Concepto de la Transferencia de Tecnología en las Universidades y sus Diferentes Manifestaciones. *Panorama Socioeconómico*, 24(32), 70 - 81.
- López, M., Schmal, S., Cabrales, G., & García, C. (2009). Los procesos en un modelo de gestión de patentes universitarias. *Revista Ingeniería e Investigación*, 29(2), 135-141.
- Lucas, R. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of monetary economics*, 22(1), 3 - 42.
- Machado, F., & Kessman, A. (1991). Gestión tecnológica en micro y pequeñas empresas: oportunidades y problemas técnicos. *Memorias del IV Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica*. Caracas.
- Macho-Stadler, I., Martínez-Giralt, X., & Pérez-Castrillo, D. (1996). The role of information in licensing contract design. *Research Policy*, 25, 43 - 57.
- Maculan, A., & Carvalho, J. (2009). University start-ups for breaking lock-ins of the Brazilian economy. *Science and Public Policy*, 36(2), 109 – 114.

- Mahoney, J., & Pandian, J. (1992). The Resource-Based View within the conversation of strategic management. *Strategic Management Journal*(13), 363 - 380.
- Markman, G., Siegel, D., & Wright, M. (2008). Research and technology commercialization. *Journal of Management Studies*, 45, 1401 - 1423.
- Martin, F. (1998). The economic impact of Canadian university R&D. *Research Policy*, 27(7), 677 - 687.
- Martinez, M., Briones, R., & Cortes, J. (2013). *Metodología de la investigación para el área de la Salud*. México: McGraw Hill.
- Mathews, J., & Hu, M. (2007). Enhancing the role of universities in building national innovative capacity in Asia: the case of Taiwan. *World Development*, 35(6), 1005 - 1020.
- Maxwell, J. (1998). Designing a Qualitative Study. En L. Bickman, & D. Rog, *Handbook of Applied Social Research Method*. Thousand Oaks CA: Sage.
- Medina, E., Da Costa Marques, I., Holmes, C., & Cueto, M. (2014). *Beyond Imported Magic: Essays on Science, Technology, and Society in Latin America*. Cambridge MA: MIT Press.
- Mejia, E., & Ayaviri, D. (2018). Avances y perspectivas de la propiedad intelectual en América Latina y el Caribe. *Revista Espacios*, 39(41), 1 - 5.
- Méndez, C., Herrera, M., Toriz, A., & González, M. (Octubre de 2016). Estudio De La Brecha Empresario-Investigador. La Percepción Del Investigador. *European Scientific Journal*, 12(28), 109-125. doi:URL:<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n28p109>
- Mertens, D. (2010). *Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods (3rd ed.)*. California: SAGE.
- Mian, S. (1996). Assessing value-added contributions of university technology business incubators to tenant firms. *Research Policy*, 25(3), 325 - 335.
- Minciencias. (2016). *Minciencias*. Obtenido de Minciencias web site: <https://minciencias.gov.co/laciencia-en-cifras/grupos>
- Miranda, F., Chamorro, A., & Rubio, S. (2017). Academic entrepreneurship in Spanish universities: An analysis of the determinants of entrepreneurial intention. *European Research on Management and Business Economics*, 23(2), 113 - 122.
- Mowery, D., Nelson, R., Sampat, B., & Ziedonis, A. (2004). *Ivory Tower and Industrial Innovation: University-Industry Technology Transfer Before and After the Bayh-Dole Act in the United States*. Stanford, California: Stanford Business Books.
- Nelson, R., & Winter, S. (1982). *Evolucionary Theory of Economic Change*. Massachusetts: Belknap Press.
- NSF. (Noviembre de 2019). *National Science Foundation*. Obtenido de NSF Web Site: <https://ncesdata.nsf.gov/profiles/site?method=rankingBySource&ds=herd>
- Nunnally, J., & Bernstein, I. (1994). *Psychometric Theory*, 3<sup>a</sup> ed. New York, USA: McGraw-Hill.
- Ñaupas, H., Mejia, E., Nova, E., & Villagomez, A. (2014). *Metodología de la Investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS). (2018). *Las universidades, pilares de la ciencia y la tecnología en América Latina*. Córdoba - Argentina: CRES.
- Ocampo, J. (2017). Prólogo. En C. Pardo, & A. Cotte, *Indicadores de Ciencia y Tecnología, Colombia 2017* (pág. 312). Bogotá: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.
- OCDE. (2010). Ministerial report on the OECD Innovation Strategy: Innovation to strengthen growth and address global and social challenges.
- OECD. (Marzo de 2019). *OECD Stat*. Obtenido de OECD Web Site: [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI\\_PUB](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB)

- OMPI. (2010). *Comité permanente sobre el derecho de patentes - Decimocuarta sesión*. Ginebra. Obtenido de [http://www.wipo.int/edocs/mdocs/scp/es/scp\\_14/scp\\_14\\_4.pdf](http://www.wipo.int/edocs/mdocs/scp/es/scp_14/scp_14_4.pdf)
- OMPI. (Abril de 2015). *Wipo*. Obtenido de Wipo web site: [https://www.wipo.int/tisc/es/news/2015/news\\_0003.html](https://www.wipo.int/tisc/es/news/2015/news_0003.html)
- Orozco, J., & Ruiz, K. (2010). Quality of interactions between public research organisations and firms: lessons from Costa Rica. *Science and Public Policy*, 37(7), 527 – 540.
- O'Shea, R., Allen, T., Chevalier, A., & Roche, F. (2005). Entrepreneurial orientation, technology transfer and spinoff performance of U.S. universities. *Research Policy*, 34(7), 994 - 1009.
- O'Shea, R., Allen, T., Morse, K., O'Gorman, C., & Roche, F. (2007). Delineating the anatomy of an entrepreneurial university The Massachusetts institute of technology experience. *R&D Management*, 37(1), 1 - 16.
- Patton, M. (1990). *Qualitative Evaluation and Research Methods*. Newbury Park CA: Sage.
- Penrose, E. (1959). *The Theory of the Growth of the Firm*. New York: John Wiley and Sons.
- Peña, M. (2014). Capital humano para las OTs, disponibilidad y necesidades de profesionalización. *Ponencia presentada en Seminario de Buenas Prácticas de OTCs en Universidades Mexicanas*.
- Perkmann, M., & Walsh, K. (2009). The two faces of collaboration: Impacts of university–industry relations on public research. *Industrial and Corporate Change*, 18(6), 1033 – 1065.
- Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D'Este, P., & Sobrero, M. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. *Research Policy*, 42(2), 423 - 442.
- Perry, C. (1998). Processes of a case study methodology for postgraduate research in marketing. *European Journal of Marketing*, 32(9/10), 785 - 802.
- Peteraf, M. (1993). The cornerstones of competitive advantages: A Resources-Based View. *Strategic Management Journal*(14), 179 - 191.
- Philbin, S. (2008). Process model for university-industry research collaboration. *European Journal of Innovation Management*, 11, 488 - 521.
- Pich, C. (2020). La colaboración Universidad-Empresa como motor de crecimiento económico. *Encuentros Multidisciplinarios*(64). Obtenido de <http://hdl.handle.net/10486/690949>
- Pisano, G., & Teece, D. (2007). How to capture value from innovation: Shaping intellectual property and industry architecture. *California Management Review*, 50(1), 278 - 296.
- Powers, J. (2003). Commercializing academic research resource effects on performance of university technology transfer. *The Journal of Higher Education*, 74(1), 26 – 50.
- Powers, J., & McDougall, P. (2005). University start-up formation and technology licensing with firms that go public: a resource based view of academic entrepreneurship. *Journal of Business Venturing*, 20(3), 291 – 311.
- Prahalad, C., & Hamel, G. (1990). The core competence of the corporation. *Harvard Business Review*(68), 79 - 91.
- Ramos, C. (2015). Los paradigmas de la investigación científica. *Avances en Psicología*, 23(1), 9 - 17.
- Rasmussen, E., & Sorheim, R. (2012). How governments seek to bridge the financing gap for university spin-offs: proof-of-concept, pre-seed, and seed funding. *Technology Analysis and Strategic Management*, 24(7), 663 - 678.
- Reinartz, W., Haenlein, M., & Henseler, J. (2009). An Empirical Comparison of the Efficacy of Covariance-Based and Variance-Based SEM. *International Journal of Research in Marketing*, 26(4), 332 - 344.
- RICyT. (2019). *Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana*. Obtenido de <http://www.ricyt.org/indicadores>

- Roa-Mendoza, C. (2016). Investigación en modo 3: Una alternativa para la articulación investigación e intervención en educación superior. *Revista Científica Guillermo de Ockham*, 14(2).
- Roessner, D., Bond, J., Okubo, S., & Planting, M. (2013). The economic impact of licensed commercialized inventions originating in university research. *Research Policy*, 42(1), 23 - 34.
- Rogers, E., Takegami, S., & Yin, J. (2001). Lessons learned about technology transfer. *Technovation*, 21(4), 253 - 261.
- Rogers, E., Yin, Y., & Hoffmann, J. (2000). Assessing the effectiveness of technology transfer offices at U.S. research universities. *The Journal of the Association of University Technology Managers*, 12, 47 - 80.
- Romer, P. (1986). Increasing returns and long-run growth. *The Journal of Political Economy*, 94(5), 1002 - 1037.
- Romer, P. (1990). Endogenous technological change. *The Journal of Political Economy*, 98(5), S71 - S102.
- Rumelt, R. (1984). Toward a strategy theory of the firm. En R. Lamb, *Competitive Strategic Management* (págs. 556 - 570). New Jersey: Prentice-Hall.
- Rumelt, R. (2011). *Good strategy/bad strategy: The difference and why it matters*. New York: Crown Business.
- Sábato, J., & Botana, N. (1968). La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. *Revista de la Integración*, 3.
- Sarstedt, M., & Mooi, E. (2014). *A Concise Guide to Market Research: The Process, Data, and Methods Using IBM SPSS Statistics*. Springer.
- Sarstedt, M., Henseler, J., & Ringle, C. (2011). Multi-Group Analysis in Partial Least Squares (PLS) Path Modeling: Alternative Methods and Empirical Results. *Advances in International Marketing*, 22, 195 - 218.
- Sarstedt, M., Ringle, C., Henseler, J., & Hair, J. (2014). On the Emancipation of PLS-SEM: A Commentary on Rigdon. *Long Range Planning*, 47, 154 - 160.
- Scheaffer, R., Mendenhall, W., & Ott, L. (1987). *Elementary Survey Sampling 3th Edition*. California, USA: PWS Publishers.
- Schiltz, M., & Stevens, P. (Enero de 2019). *Innovate4Health*. Obtenido de <https://medium.com/innovate4health/innovate4health-en-am%C3%A9rica-latina-b2e11b4f8c25>
- Schreyögg, G., & Kliesch-Eberl, M. (2007). How dynamic can organizational capabilities be? Towards a dual-process model of capability. *Strategic Management Journal*, 28, 913 - 933.
- Scmoch, U., Reid, P., Encarnacao, J., & Abramson, N. (1997). *Technology Transfer Systems in the United States and Germany: Lessons and Perspectives*. Alemania: Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research.
- Serna, G. A. (25 de Junio de 2007). Misión social y modelos de extensión universitaria: del entusiasmo al desdén. *Revista Iberoamericana de Educación*, 3(43).
- SIC. (2015). *Superintendencia de Industria y Comercio*. Obtenido de Sic web site: <https://www.sic.gov.co/noticias/banco-de-patentes-se-moderniza-en-centro-de-informacion-tecnologica-y-apoyo-a-la-gestion-de-la-propiedad-Industrial-CIGEPI>
- SIC. (agosto de 2020). *Superintendencia de Industria y Comercio*. Obtenido de Campus virtual SIC: <http://campusvirtual.sic.gov.co/webWordp/?project=premio-nacional-al-inventor-2020>
- Siegel, D., Veugelers, R., & Wright, M. (2007). Technology transfer offices and commercialization of university intellectual property: performance and policy implications. *Oxford Review of Economic Policy*, 23(4), 640 - 660.

- Siegel, D., Waldman, D., & Link, A. (2003). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an explanatory study. *Research Policy*, 32(1), 27 - 48.
- Siegel, D., Waldman, D., Atwater, L., & Link, A. (2004). Toward a model of the effective transfer of scientific knowledge from academia to practitioners: qualitative evidence from the commercialization of university technology. *Journal of Engineering & Technology Management*, 21(1 - 2), 115 – 142.
- Siegel, D., Waldman, D., Atwater, L., & Link, A. (2004). Toward a model of the effective transfer of scientific knowledge from academia to practitioners: qualitative evidence from the commercialization of university technology. *Journal of Engineering & Technology Management*, 21(1 - 2), 115 – 142.
- Simha, O. (2005). The economic impact of eight research universities on the Boston region. *Tertiary Education and Management*, 11, 269 - 278.
- Spin-Off Colombia. (2018). *Spin-Off Colombia*. Obtenido de <http://www.spinoffcolombia.org/ley-spin-off/>
- Stezano, F. (2011). *Redes ciencia-industria para la transferencia en México, Estados Unidos y Canadá. Regímenes institucionales y tecnológicos y mecanismos de intermediación*. Mexico: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.
- Stezano, F., & Millán, A. (2014). Incentivos que encuentran los académicos mexicanos para adoptar relaciones de transferencia de conocimientos y tecnología con el sector empresarial. *Sociológica (México)*, 29(83), 47 - 85.
- Teece, D., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509 - 533.
- Tenenhaus, M. (2016). What is the minimum sample acceptable for structural equation modelling using smartPLS? Obtenido de Retrieved from: [https://www.researchgate.net/post/What\\_is\\_the\\_minimum\\_sample\\_acceptable\\_for\\_structural\\_equation\\_modelling\\_using\\_smartPL](https://www.researchgate.net/post/What_is_the_minimum_sample_acceptable_for_structural_equation_modelling_using_smartPL)
- Tenenhaus, M., Pages, J., Ambroisine, L., & Guinot, C. (2005). PLS methodology to study relationships between hedonic judgements and product characteristics. *Food Quality and Preference*, 16, 315 – 325.
- Thursby, J., & Kemp, S. (2002). Growth and productive efficiency of university intellectual property. *Research Policy*, 31(1), 109 - 124.
- Tunnermann, C. (1978). El nuevo concepto de extensión universitaria y difusión cultural y su relación con las políticas de desarrollo cultural en América Latina. *Anuario de Estudios Centroamericanos*, 4, 93-126.
- Uriel, E., & Aldás, J. (2005). *Análisis multivariante aplicado con R*. Madrid: Paraninfo.
- Varela, C. (2008). Gestión del conocimiento, aprendizaje organizativo y capital intelectual. *Capital Humano*, 218, 72 - 77.
- Vasquez, J. (2008). Relación industria – universidad. Clave para el desarrollo tecnológico en Colombia. *Revista Inventum*(4), 77 - 83.
- Vazquez, E. (2017). Transferencia del conocimiento y tecnología en universidades. *Revista de ciencias sociales y humanidades*, 38(83), 75 - 95.
- Vergara, M., Restrepo, F., Ocampo, O., Naranjo, C., & Martínez, E. (2015). Teoría de recursos y capacidades para evaluar la función sustantiva de investigación en instituciones de educación superior. *Revista educación y desarrollo social*, 10(1), 58 - 77.
- Veugelers, R. (2016). The embodiment of knowledge: universities as engines of growth. *Oxford Review of Economic Policy*, 32(4), 615 - 631.

- Voorhees, C., Brady, M., Calantone, R., & Ramirez, E. (2016). Discriminant validity testing in marketing: an analysis, causes for concern, and proposed remedies. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 1.
- WEF. (Marzo de 2017). *World Economic Forum*. Obtenido de <https://es.weforum.org/>
- Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*(5), 171 - 180.
- West, J., & Bogers, M. (2014). Leveraging external sources of innovation: A review of research on open innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 31(4), 814 - 831.
- Winter, S. (2000). The satisficing principle in capability learning. *Strategic Management Journal*, 21(10-11), 981 - 996.
- Woolgar, L. (2007). New institutional policies for university-industry links in Japan. *Research Policy*, 36, 1261 - 1274.
- Wright, M., Clarysse, B., Lockett, A., & Knockaert, M. (2008). Mid-range universities' linkages with industry: Knowledge types and the role of intermediaries. *Research Policy*, 37, 1205 - 1223.
- Wright, M., Vohora, A., & Lockett, A. (2004). The formation of high-tech university spinouts: the role of joint ventures and venture capital investors. *The Journal of Technology Transfer*, 29(3 - 4), 287 - 310.
- Yan, X., & Huang, M. (2020). Leveraging university research within the context of open innovation: The case of Huawei. *Telecommunications Policy*.
- Yeverino, J. (2015). *La transferencia tecnológica universitaria en México: Un análisis de los determinantes y sus resultados*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Yin, R. (1989). *Case Study Research: Design and Methods, Applied social research Methods Series*. Newbury Park CA: Sage.
- Zabala, D., & Quintero, S. (2016). Modelos de gestión para la transferencia de los conocimientos en instituciones de Educación Superior. *Revista Ciencias Estratégicas*, 25(38), 441 - 456.
- Zucker, L., Darby, M., & Armstrong, J. (1998). Geographically localized knowledge: spillovers or markets? *Economic Inquiry*, 36(1), 65 - 86.