Universidad Andina Simón Bolívar,
Sede Ecuador

Área de Gestión

Doctorado en Administración

Modelo de efectividad de la red de innovación tecnológica. Una visión desde el constructivismo social

Carmen Cecilia Daza Villadiego

2015

Yo, **Carmen Daza Villadiego**, autora de la tesis intitulada "***Modelo de efectividad de la red de innovación tecnológica. Una visión desde el constructivismo social***", mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del grado de Doctor en Administración en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.

2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.

3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos.

Fecha: junio 30 de 2015

UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR
SEDE ECUADOR

Área de Gestión

DOCTORADO EN
ADMINISTRACIÓN

Modelo de efectividad de la red de innovación tecnológica. Una visión desde el constructivismo social

Carmen Cecilia Daza Villadiego

Director:
Fernando López Parra, PhD

Quito - Ecuador
2015

Modelo de efectividad de la red de innovación tecnológica. Una visión desde el constructivismo social

RESUMEN: Esta tesis trata sobre la dinámica de las relaciones dentro de la red Universidad-Empresa-Estado-Sociedad en los procesos de innovación tecnológica. Desde la perspectiva del sistema nacional de innovación y del constructivismo social en tecnología, y en base a un modelo preliminar de efectividad de la red interorganizacional, hemos desarrollado un conjunto de siete proposiciones teóricas que, en definitiva, constituyen las hipótesis preliminares de la investigación. La efectividad de la red se evaluó mediante la recopilación y agregación de datos sobre los resultados de las muestras de los grupos de investigación académicos en cada sitio. Los resultados del análisis, a nivel de red total, de los datos cuantitativos y cualitativos, muestran que la efectividad de la red podría explicarse por varios factores sociales y técnicos. En concreto, esta investigación muestra cómo la diversidad de los vínculos, la intensidad de las interacciones, tanto formales como informales, la cooperación externa, y una visión socio-técnica, influyen en la eficacia de los procesos de transferencia, adopción y uso del conocimiento tecnológico por parte de la sociedad en su conjunto. En este sentido, la construcción del marco teórico y el modelo de efectividad de la red de innovación tecnológica que se proponen en esta investigación constituyen la principal aportación de la tesis, ya que contribuyen a reforzar la teoría de la efectividad de la red interorganizacional en contextos de innovación tecnológica.

***Palabras clave**: Teoría de la Efectividad de redes interorganizacionales, Constructivismo social en tecnología, Innovación tecnológica, Flexibilidad interpretativa*

Effectiveness model of the technological innovation network. A view from the social constructivism

ABSTRACT: The thesis discusses the dynamics of relationships within the University-Industry-State-Society network in the processes of technological innovation. We have developed a set of seven theoretical propositions which ultimately constitute the preliminary research hypothesis of this thesis. These propositions have been developed from the perspective of national innovation systems and social constructivism in technology, and are also based on a preliminary model of the effectiveness of inter-organizational networks. The effectiveness of the network was evaluated by collecting and aggregating data on sample results of academic research groups at each site. The results of the quantitative and qualitative data of the whole network level's analysis show that the effectiveness of the network could be explained by various social and technical factors. More specifically, this research shows how the diversity of the links, the intensity of interactions, both formal and informal, external cooperation and socio-technical vision, influence the effectiveness of transfer processes as well as the adoption and use of technological knowledge by the society as a whole. In this sense, the main contribution of this thesis is the construction of a theoretical framework and a model of network effectiveness of technological innovation which help reinforce the theory of the effectiveness of interorganizational networks within the context of technological innovation.

Keywords: *Theory of inter-organizational network effectiveness, Social constructivism in technology, Technological innovation, interpretive flexibility*

AGRADECIMIENTOS

De manera sincera y sensible, deseo expresar mi agradecimiento a todas las personas que me acompañaron en el transitar de esta investigación:

Al Profesor Joaquim Rubens Fontes Filho, por su guía y valiosas orientaciones para iniciar este proceso y encauzarme en las bases teóricas del estudio.

Al Profesor Fernando López Parra, por orientarme a lo largo de este proceso con rigor, tenacidad y entusiasmo, por generar ámbitos de diálogo, por la revisión permanente y las apreciables contribuciones para la elaboración de este documento.

A los profesores y compañeros colegas del Programa de Doctorado en Administración de la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, por compartir tantos espacios de diálogo y aprendizaje; especialmente a la Profesora Mariana Lima Bandeiras por su cariño y motivación para culminar este derrotero.

Expreso mi inmensa gratitud a todas las personas, en Colombia, que estuvieron dispuestas a colaborar desde diversas instancias en el desarrollo de la investigación; en ese sentido, manifiesto mi especial agradecimiento al director del grupo de investigación GITEM, Miguel A. Hidalgo Salazar y al gerente de la empresa INNOPACK, Eduardo Baena Lorza.

De igual manera, agradezco las observaciones y recomendaciones de los profesores colegas, desde Bolivia, Ecuador y Colombia, quienes realizaron una lectura dedicada y crítica del documento en las diferentes fases de su desarrollo, así: Claudia Molina Peñaloza, Efraín Naranjo Borja y Constanza Pérez Martelo, respectivamente.

Finalmente, expreso mi agradecimiento a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, especialmente al Padre Rector, Dr. Manuel Corrales Pascual, S.J., por impulsar los esfuerzos de investigación a través de los programas de apoyo para estudios de posgrado de los profesores de esa institución.

Dedicatoria:

A tres grandes hombres en mi vida:

mi amado esposo Edmundo

y mis adorados hijos, Jorge y Fernando,

porque dan razón a mi existencia

ÍNDICE TEMÁTICO

INTRODUCCIÓN

1.1 Visión general del estudio (13)

1.1.1 Interrogantes y modelo conceptual (19)

1.2 Objetivos de la investigación (22)

1.3 Relevancia del estudio (23)

1.4 Estructura de la tesis (25)

PARTE I: Desarrollo teórico

Capítulo 2. Una visión de red interorganizacional para la innovación tecnológica (30)

2.1 Noción de red y redes interorganizacionales (30)

2.1.1 El nivel de relaciones interorganizacionales en el marco de los estudios organizacionales (32)

2.2 El Sistema Nacional de Innovación como un modelo de red interorganizacional (40)

2.2.1 La innovación y el cambio tecnológico: Premisas del Sistema Nacional de Innovación (42)

2.2.2 El Sistema Nacional de Innovación: ¿Teoría o concepto? (51)

2.2.3 Componentes del Sistema Nacional de Innovación (52)

2.3 Esquema de red interorganizacional para la innovación tecnológica adoptado para la investigación (68)

Capítulo 3. El enfoque de efectividad en el marco de las redes interorganizacionales (70)

3.1 La efectividad entendida en el ámbito organizacional (70)

3.2 La efectividad entendida a nivel de red interorganizacional (87)

3.2.1 Los determinantes de la efectividad a nivel de red entera: Un modelo preliminar de la efectividad de la red (88)

3.2.2 Tópicos sobre la relación entre la estructura, el contexto y los resultados a nivel de red en ambientes de innovación tecnológica (92)

3.2.3 Gobernabilidad de la red. ¿Cuán efectivos resultan los mecanismos de integración y control de recursos para la innovación? (101)

3.3 Aspectos del enfoque de efectividad de la red en el campo de la innovación tecnológica a abordar en la investigación (104)

Capítulo 4. La visión del constructivismo social en tecnología y la efectividad de los procesos de traducción (106)

4.1 Una aproximación a los enfoques del esquema general del constructivismo social en tecnología (107)

4.2 Procesos de "traducción" en la red sociotécnica: Intermediación, Convergencia e Innovación (110)

4.2.1 Los procesos de relacionamientos de la red de innovación tecnológica: de actor-mundo a actor-red (112)

4.2.2 Procesos de traducción: Intermediación y convergencia en la generación de innovación tecnológica (114)

4.2.3 Los momentos de la traducción en el proceso innovativo (115)

4.3 El enfoque de eficacia en el marco constructivista social en tecnología (118)

4.4 Aspectos de efectividad y de mediación sociotécnica adoptados para la investigación (120)

PARTE II: Objeto de estudio y diseño metodológico

Capítulo 5. Caracterización del objeto de estudio y diseño de la investigación (123)

5.1 Caracterización del objeto de estudio (123)

5.1.1 Una aproximación a la estructura analítica del modelo de efectividad: lo técnico y lo social (125)
5.1.2 Esquema integrado de efectividad de la red-sociotécnica (128)
5.2 Diseño y Metodología de la investigación: Estudios de caso (132)
5.2.1 Características generales de la investigación (132)
5.2.2 Diseño del estudio empírico: Terreno, Materiales y Métodos (134)
5.2.3 Acceso al terreno y distintivos metodológicos para el caso primario GITEM (141)
5.2.4 El Modelo de Efectividad de la red y la Indagación de tipo confirmatorio: Modelación de Ecuaciones Estructurales (144)
5.2.5 Validez y Confiabilidad de la investigación (172)

PARTE III: Evidencia empírica: Resultados y Conclusiones

Capítulo 6. Estudio cualitativo. Resultados y discusiones (178)

6.1 El Sistema de Innovación en Colombia. El contexto regional y la estrategia de desarrollo tecnológico y competitividad (179)
6.1.1 Contextos regionales del SNCTeI: una visión demográfica, política, cultural y de investigación académica (179)
Caso 1. Bogotá -Calidad de vida con conocimiento
Caso 2. Medellín -Distrito tecnológico
Caso 3. Cali -Ciudad inteligente
Caso 4. GITEM -Carretes para empaque de cables, mediante el uso de material "tetra pak" en sustitución de madera de bosque nativo
6.1.2 La Estrategia de Desarrollo Tecnológico y Competitividad (187)
6.2 La red sociotécnica de innovación tecnológica y el modelo Universidad-Empresa-Estado (190)
6.3 La diversidad e intensidad de los relacionamientos y vínculos en la red de innovación tecnológica (195)
6.3.1 Vinculaciones directas e indirectas en la alianza universidad-empresa-Estado-sociedad (195)

6.3.2 El problema de la sustitución de madera de bosque nativo y la inter-definición de actores (203)

6.4 La dinámica de la cooperación interorganizacional en torno a la innovación tecnológica de producto/proceso (206)

6.4.1 La cooperación, el intercambio y la aportación de recursos: fabricar tableros rígidos en sustitución de madera de bosque nativo (207)

6.4.2 La innovación empresarial y el desarrollo productivo: ¿Inspiración o Motivación? (213)

6.5 Producción de conocimiento tecnológico en la red (216)

6.5.1 La carrera por la visibilidad: conocimiento tecnológico publicado y patentado (219)

6.6 Mecanismos de integración y gobernanza de la red (226)

6.7 Esquemas interpretativos en la transferencia, adopción y uso de los artefactos y procesos técnicos (229)

Capítulo 7. Estudio confirmatorio. El modelo de efectividad de la red de innovación tecnológica (232)

7.1 Modelación con Ecuaciones Estructurales: Ajuste y validación (233)

7.1.1 Características de la muestra y descripción de los datos (234)

7.1.2 Programación de la modelación con estructura de covarianzas (239)

7.2 Verificación de las hipótesis del estudio (252)

Capítulo 8. Consideraciones finales (255)

8.1 Consideraciones del estudio en lo teórico y metodológico (257)

8.2 La diversidad de factores influyentes en la dinámica de la red de innovación tecnológica: reflexiones pragmáticas (264)

8.3 Limitaciones y aspectos a profundizar en el estudio (270)

BIBLIOGRAFÍA (272)

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTADO DE FIGURAS (291)

LISTADO DE CUADROS (292)

LISTADO DE TABLAS (293)

ÍNDICE DE APÉNDICES Y ANEXOS DEL ESTUDIO

APÉNDICE A: ENTREVISTAS A PROFUNDIDAD (296)

APÉNDICE B: CUESTIONARIO E INFORMACIÓN DE REDES SOCIOTÉCNICAS DEL ESTUDIO (300)

APÉNDICE C: EL MODELO DE EFECTIVIDAD CON BASE EN LAS ESTADÍSTICAS DEL MODELO DE ECUACIONES ESTRUCTURALES (330)

ANEXO 1. CASO GITEM: Procesos para la obtención del tablero aglomerado para la fabricación de carretes para empaque de cables (354)

ANEXO 2. COLCIENCIAS: TIPOLOGÍA DE PRODUCTOS RESULTADOS DE LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN (355)

ANEXO 3. COLCIENCIAS: ESTRATEGIAS E INSTRUMENTOS PÚBLICOS DE FOMENTO A LA INNOVACIÓN (356)

INTRODUCCIÓN

1.1 Visión general del estudio

En el marco de los estudios organizacionales, el análisis interorganizacional constituye el nivel de estudio más amplio, principalmente en el ámbito de las relaciones interorganizacionales. En este sentido, en esta tesis se explica un conjunto de factores determinantes en la construcción de las relaciones interorganizacionales, desde la visión de red entera o total, que influyen en los procesos de generación de innovación tecnológica, para lo cual el análisis interorganizacional descansa en la necesidad de ventilar los mecanismos de efectividad de la red total en la dinamización de la tecnología y la innovación, con la participación activa del tejido industrial y de actores en el ámbito gubernamental y de política pública, universidades y centros de investigación, cuanto de actores del ámbito social.

En el ámbito industrial y a nivel de políticas de Estado, existe el anhelo de una mayor capacidad de innovación, más tecnología y mejora de la competitividad que conlleve un mayor crecimiento económico y también el desarrollo social y cultural de cada país. En este escenario, los niveles de tecnología desplegados por los países de occidente y de oriente reflejan el paralelismo del desarrollo tecnológico, integrado por una serie de mecanismos estatales, tales como la gestión y concesión de ayudas públicas para la introducción de nuevos productos o la mejora y creación de nuevos métodos y procesos del aparato productivo, el fomento de las tareas de investigación y desarrollo, la colaboración entre empresas, universidades y centros de investigación y la promoción de la transferencia de tecnologías locales o foráneas.

Es a través del mecanismo de las políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación que los países, en forma generalizada, han formulado estrategias de estímulo y apoyo a la innovación y al aprendizaje tecnológico, han promovido de esta manera el desarrollo tecnológico local. Cabe añadir que, en el proceso de

desarrollo de la ciencia y la innovación, la gestión de las políticas públicas se produce en un marco de actuación de un conjunto de actores en interacción, tanto del ámbito gubernamental como de organizaciones políticas, sociales y empresariales, conformándose con ello las denominadas redes intergubernamentales e interorganizacionales.

En la gestión intergubernamental, la red se considera como un modelo estratégico de gestión de políticas que incluye los niveles local y global (Fleuri, 2002), y resultan ser una forma particular de gobierno de los sistemas políticos contemporáneos. Además, en el ámbito organizacional, como se anotó al inicio del presente subcapítulo, el término red no se circunscribe exclusivamente a la red informacional, que es equivalente a rapidez y a contacto inmediato, sino a un modo de cooperación entre actores (dotados de cierta autonomía) para alcanzar objetivos comunes.

En este sentido, Hans Thorelli define la red como lo intermedio entre la organización o empresa única y su interacción con las demás: "*en un entorno complejo, donde ninguna de ellas puede realmente ser entendida sin una referencia a sus relaciones con muchas otras*" (Thorelli 1986, 38)[1]; complejidad, que puede traducirse en la búsqueda de soluciones a problemas específicos, antes que la gestión de funciones.

En este mismo sentido, Raymond E. Miles y Charles C. Snow (1986) señalan que la red es una forma de organización con una estructura más flexible que cualquiera de las formas tradicionales, ya que puede avenirse a una situación de alta complejidad a la vez que maximizar competencias especializadas.

Asimismo, en el campo científico-tecnológico, las formas organizacionales de esta comunidad se han transformado, centrándose hoy en la cooperación y en las alianzas, configurándose como redes globales de generación y uso del conocimiento para propiciar los cambios científicos y tecnológicos. En este sentido, siguiendo a Andreas Pyka (1999), se puede interpretar que una red de innovación o comunidad científica es una herramienta de cambio social cuya finalidad principal es promover

[1] Traducción literal de la autora de esta tesis.

el desarrollo científico-tecnológico, a través de la creación, generación y difusión de conocimiento.

El rol de la política científica y tecnológica consiste, entonces, en contribuir para la conformación y consolidación de redes científicas, tecnológicas y de innovación, proporcionar incentivos que conduzcan a una mejora sustancial del nivel tecnológico en los sectores industriales y de servicios. Para ello, uno de los aspectos que los gobiernos se esfuerzan en consolidar en el interior de sus naciones es el *Sistema Nacional de Innovación* SNI, que no es más que una red de múltiples actores, instituciones y prácticas interrelacionadas del sector público y privado, que constituye, actúa y participa en los procesos de cambio tecnológico, determinando el desempeño innovativo a nivel nacional, y posibilitando el trasvase de ideas, tecnologías, conocimientos y profesionales (Freeman 1987, Lundvall 1992).

Al particularizar el alcance del Sistema Nacional de Innovación en lo concerniente al ámbito geográfico, la figura de *Sistema Regional de Innovación* surge por la necesidad de disponer de una base local de generación, difusión y uso de conocimiento nuevo dentro de una determinada región. La noción de Sistema Regional de Innovación SRI, puede pensarse, entonces, como el conjunto de sistemas regionales o locales, a través de los cuales las naciones pueden focalizar las políticas de desarrollo basadas en la innovación y la competitividad territorial (Braczyk, Cooke & Heidenreich, 2005); en el Sistema Regional de Innovación SRI, asimismo se especifica el conjunto o red de múltiples actores y su interacción, a través de los cuales se canalizan recursos para la realización de actividades que propenden por la generación de conocimiento y la innovación (mayormente tecnológica) para garantizar el desarrollo económico y social de una región, en particular.

Desde estas consideraciones, en el ámbito de la política pública en ciencia y tecnología, el Sistema Nacional y Regional de Innovación se constituye, entonces, en un concepto fundamental para el entendimiento de la dinámica de la red interorganizacional que surge en el proceso de generación de la innovación tecnológica en las organizaciones y en las sociedades contemporáneas, en general.

Además, desde la perspectiva del Constructivismo social en tecnología[2], y dentro de esta bajo el enfoque de la teoría del actor-red, los cuales constituyen una parte central del soporte teórico de esta tesis, la capacidad de generación de una innovación tecnológica trasciende la mera capacidad de la gestión de recursos de investigación y desarrollo (I+D) de las organizaciones; supone, en primer término, la capacidad de aprendizaje organizacional, esto es, la explotación de la experiencia acumulada como determinante para el éxito de los esfuerzos de innovación; luego, considera que la capacidad de generar redes heterogéneas de actores y de relacionamientos, mediante procesos sociales de continuas negociaciones, de alineamiento de intereses, de formación de alianzas y canalización de recursos, para lograr mantener y estabilizar la red, permite transformar una idea en una innovación tecnológica, a través de procesos colectivos (Latour 1986, Callon 1986b, Law 1986, Grint & Woolgar 1997, Tatnall 2000, Pérez y Vinck 2009).

En este contexto de interactividad continua entre actores, la innovación tecnológica se propicia a través de la dinámica de relaciones entre instituciones, organizaciones y organismos públicos y privados y otros actores individuales, donde el punto de interés convergente son los flujos de información y conocimiento entre dichos actores.

Para efectos del desarrollo de la presente tesis, el concepto de innovación tecnológica en el marco de la sociología de la innovación corre el telón de un escenario animado por la actuación de un conjunto de intermediarios, actores o entidades de naturaleza heterogénea, según Bruno Latour (1991), Michel Callon (1986) y John Law (1986), los humanos y los objetos de la ciencia y la tecnología, que influyen en los resultados investigativos de una red sociotécnica[3] en la

[2] Como parte de la Escuela de la Sociología de la tecnología, el esquema general del constructivismo social en tecnología agrupa tres enfoques principales: i) el enfoque de sistema tecnológico; ii) el enfoque constructivista social; y el enfoque o, más comúnmente conocido como teoría del actor-red (*actor-network theory*).

[3] A lo largo de la tesis, principalmente a partir del Capítulo 4, el término *red* se lo aplica bajo el concepto de "*red sociotécnica*", tratado por Latour & Woolgar (1995), en razón de su visión de la construcción social de la ciencia en las cuales un hecho tecnológico matiza un conjunto de factores heterogéneos; en este sentido, Callon (1986, 1995, 2002), Law (1986, 1987, 1991), Law & Callon (1988) buscan explicar el cambio tecnológico y definen sus componentes bajo aspectos o categorías sociales, los cuales deben armonizarse con los aspectos técnicos y conectarse entre sí mediante una red o estructura.

generación de nuevo conocimiento y cambio tecnológico. En el espectro de red interorganizacional, de naturaleza sociotécnica, Latour (1986, 1991) conviene en denominar "actantes" tanto a los participantes humanos como a las entidades no humanas (objetos de la ciencia y la tecnología y otros elementos organizacionales) que desempeñan roles claves en el interior de esta.

Pero, uno de los problemas más complejos que enfrentan las organizaciones que realizan actividades de innovación tecnológica, a través de la cooperación e interacción entre actores, es lograr determinar el mecanismo de efectividad de la red para generar las innovaciones tecnológicas, a través del análisis de los relacionamientos entre los principales figurantes de la red y del papel de las instituciones y demás organizaciones en la prestación del apoyo efectivo a la dinámica de los flujos de conocimiento y aprendizaje, para la generación de tales innovaciones tecnológicas.

Es por esto que la noción de efectividad ha sido tratada por investigadores de muchas disciplinas, en que su significación se atribuye principalmente a contextos y dimensiones diversos; desde las ciencias económicas, se ha enfocado la efectividad hacia las relaciones de producción y de competitividad; en tanto que en las ciencias ingenieriles, a los aspectos de eficiencia o rendimiento en el uso de materiales y de las máquinas; y en las ciencias de la salud, a los resultados o eficacia de los tratamientos preventivos y curativos.

El interés de esta tesis es enfocar el análisis del concepto de efectividad desde una visión constructivista social, lo cual implica considerar los aspectos de esta noción, no desde un ámbito predominantemente económico o financiero, sino desde la dimensión ambiental de la organización en red, en la cual hay confluencia de grupos de interés y un conjunto de significados en torno a la innovación tecnológica que se genera en medio de un entramado de relacionamientos híbridos (entre individuos y elementos organizacionales, naturales y técnicos).

En este orden de ideas, en la presente tesis se erigió el concepto de "Efectividad de la red interorganizacional de innovación tecnológica", como

constructo, definiéndolo en términos de resultados de la red total (*whole network outcomes*), así: "A*gregado de resultados positivos generados en la red a nivel de concepción de artefactos o procesos técnicos y a nivel de apropiación de conocimiento tecnológico, por parte de la sociedad en su conjunto"*.

Desde este miramiento, se buscó integrar la visión constructivista y el patrón de Sistema Nacional de Innovación, para intentar, mediante un esquema deductivo-inductivo, generar un modelo de efectividad centrado en la determinación de un conjunto de características, desde el enfoque de efectividad asumido en esta tesis, el cual supone el análisis de la noción de efectividad en el nivel de red entera o total; es decir, se intenta identificar un conjunto de condicionantes de la efectividad en el marco de una red compuesta por múltiples organizaciones vinculadas por lazos bilaterales y multilaterales, en los ámbitos económico-productivo, social, político y académico, de la red en su conjunto (colectivo total de actantes de la red).

En esta línea, el análisis de la efectividad de la red interorganizacional de innovación tecnológica, desde el constructivismo social en tecnología, considera, entre otras, la percepción y variedad de problemas y soluciones por parte de los grupos de interés relevantes, en contextos diversos (Pinch y Bijker 1984, Zammuto 1984, Boczkowski 2000, Aibar 1996).

Lo anteriormente expuesto, motivó a proponer la tesis: "*La efectividad de la red sociotécnica para la innovación tecnológica está condicionada por el contexto político-institucional e industrial y por la dinámica de relacionamientos entre el colectivo híbrido que contribuye en la generación del nuevo conocimiento o cambio tecnológico de las organizaciones"*.

A partir de este juicio, la efectividad de la red interorganizacional en la generación de innovación tecnológica se constituyó en el *objeto de estudio* de la presente investigación. Dicho objeto se ha estudiado al considerar un marco constructivista y en su contexto real; es decir, se ha abordado desde una perspectiva lo más cercana posible a las entidades que son parte de la red, en sus particulares entornos y al tomar en cuenta la posición de los actores singulares, la conformación de grupos, la dinámica de interacciones y demás aspectos estructurales (Provan &

Sebastian 1995, Ahuja 2000) decisivos en los resultados de la red entera o total, en materia de innovación.

1.1.1 Interrogantes y modelo conceptual

Al abordar el análisis de la efectividad en términos de desarrollo de la red interorganizacional, entera o total, se planteó la siguiente *interrogante principal de investigación*: *¿Cómo es la relación entre el contexto, la estructura de la red interorganizacional, en el marco del Sistema Nacional de Innovación y la efectividad a nivel de red entera o total?*

Por tanto, a partir de la determinación de los factores explicativos de la efectividad de la red entera, identificados desde los enfoques del Constructivismo social en tecnología y de los determinantes de la eficacia en los modelos de efectividad de redes interorganizacionales, la presente investigación propone generar un modelo teórico multidimensional de efectividad de la red sociotécnica interorganizacional para la innovación tecnológica, integrando diversos criterios que han sido propuestos desde la práctica de los Sistemas Nacionales de Innovación y el esquema de relacionamientos entre actores, bajo el enfoque del Constructivismo social en tecnología.

Por consiguiente, en la tarea de configurar el modelo de efectividad de la red interorganizacional, a partir de la pregunta principal de investigación y en el diseño y desarrollo de la investigación empírica, se fueron configurando las siguientes preguntas complementarias*: i) ¿Cuáles son los orígenes y las dimensiones del concepto de efectividad en el campo interorganizacional?, ii) ¿Cómo puede aplicarse el concepto de red sociotécnica a la visión de red interorganizacional para la innovación tecnológica?, iii) ¿Cuáles componentes del enfoque de Sistema Nacional de Innovación se requieren para fomentar la generación de innovaciones tecnológicas?, iv) ¿Cómo deben participar las universidades y los centros o institutos de investigación dentro de la red sociotécnica?, v) ¿De qué manera se lleva a cabo el proceso de construcción de relaciones en la conformación de una red interorganizacional sociotécnica bajo el enfoque constructivista social?, vi) ¿Cuáles son los principales elementos estructurales o de integración que pueden*

considerarse para explicar los resultados (outcomes) de la red interorganizacional a nivel de red entera o total?

La investigación empírica de esta tesis, buscó responder estas preguntas estudiando un conjunto de factores incidentes en las relaciones sociotécnicas, que se han requerido o han sido parte del desarrollo de una innovación tecnológica, ya sea de producto o de proceso[4], en el marco institucional del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTeI) y de la universidad o centro de investigación, bajo el esquema de red: Universidad-Empresa-Estado-Sociedad (U-E-E-S).

Planteada así la cuestión, en el presente trabajo de tesis se estudiaron las relaciones sociotécnicas a partir de los desarrollos tecnológicos y las innovaciones de producto o de proceso generados en el seno de grupos de investigación académicos (bajo el esquema de red U-E-E-S), pertenecientes a 11 instituciones universitarias en territorio colombiano y a los cuales la investigadora tuvo capacidad de acceder.

En sí, las redes en los casos estudiados se eligieron considerando que los actores principales y sus respectivos roles han sido formalmente reconocidos y legitimados en el marco del Sistema Nacional y Regional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia, que le otorga una fuerte característica institucional; específicamente, los actores se enmarcan bajo el esquema de articulación entre la *Academia* la *Industria* y el *Estado*, conceptualizado en los modelos: *Triángulo de Sábato* (Sábato y Botana, 1978) y de *Triple Hélice* (Etzkowitz y Leydesdorff, 1998, 2000), y sus roles se configuran y reconfiguran en el marco de redes sociotécnicas.

Estas condiciones se ajustan notoriamente a los propósitos de la investigación, respecto de generar un modelo de efectividad de la red interorganizacional para la innovación tecnológica, a partir de la dinámica de relacionamientos entre múltiples actores, los que se hallan diseminados, no solo en el interior de la industria o la empresa, sino, como lo apuntan Walter Powell (1996) y Mikel Buesa (2001) en los intersticios entre las empresas manufactureras y de servicios, las universidades, los laboratorios y/o institutos o centros de investigación y los órganos del Estado.

[4] Estos conceptos los revisamos en el subcapítulo 2.2.2 del presente estudio.

Bajo estos términos, la efectividad de la red recae en los resultados "*outcomes*", a nivel de cambio o mejora tecnológica y de nuevo conocimiento tecnológico, y en este sentido, las nuevas oportunidades tecnológicas y de conocimiento, ciertamente complejas y de difícil medición, se presentan en función de la magnitud y estructura de las interrelaciones, y de las reales motivaciones de interacción en un contexto institucional, político y socio-económico.

En este orden de ideas, y en el esfuerzo de proponer el modelo de efectividad, se halló inspiración, en primer lugar, en el planteamiento de un modelo preliminar sobre efectividad de la red interorganizacional propuesto por Keith Provan y Patrick Kenis, denominado: "Modelo Preliminar de Efectividad de la Red", ya que en la actualidad es el modelo teórico que lidera las investigaciones sobre la efectividad de redes interorganizacionales, a nivel de la red como un todo, y sobre el cual otros investigadores actualmente realizan estudios de validación y refinación de sus variables; y luego, en los hallazgos de la investigación exploratoria que condujimos en el período inicial de la presente tesis.

A partir de estas consideraciones, se propuso un modelo preliminar conceptual de efectividad de la red interorganizacional, cuyos componentes responden a los momentos de configuración y reconfiguración de la red sociotécnica para la innovación tecnológica, que se desenvuelve bajo un esquema no lineal, sino mediante procesos colectivos que dinamizan la construcción (y al mismo tiempo, la estabilidad e inestabilidad) de dicha red.

El modelo de efectividad propuesto, cuyos componentes relacionan la visión del constructivismo social en tecnología y el esquema interactivo de Sistema Nacional de Innovación, se pone a prueba sobre un conjunto de actores que lideraron, participando activamente en distintas redes de innovación tecnológica, en el marco del SNCTeI, en territorio colombiano; el análisis de los resultados extraídos (a nivel cualitativo y a nivel cuantitativo) consolidaron el esquema del conjunto de factores determinantes de la efectividad de la red sociotécnica en el ámbito de la innovación tecnológica y cumplir así el objetivo general del presente trabajo de tesis.

1.2 Objetivos de la Investigación

Puestos de manifiesto los aspectos generales de la red sociotécnica en la generación de innovaciones tecnológicas, se recalca la intención de indagar en qué medida el esquema de Sistema Nacional de Innovación y la dinámica de relacionamientos entre el colectivo híbrido de la red (planteada en el marco del enfoque constructivista social en tecnología) inciden en el nivel de efectividad de la red interorganizacional para la innovación tecnológica.

Por ello, se recalca a la vez que, en el presente estudio no se pretenden realizar juicios de valor sobre aspectos de gestión o eficiencia de la red interorganizacional sociotécnica, ni del colectivo híbrido que forma parte de ella, como tampoco se pretende sugerir modelos prescriptivos de efectividad. Lo que se propone esta tesis es contribuir al conocimiento de un fenómeno interorganizacional, como es la efectividad de la red total, desde la visión del constructivismo social en tecnología, en la cual se sostiene que los productos de la ciencia y la tecnología y su comprensión social son relativizados con respecto a la forma de interacción de los actores en la red y su contexto particular.

En este sentido, los objetivos que se han conducido en la presente investigación son:

1.2.1 Objetivo general

Determinar un conjunto de factores sociales y naturales o técnicos, que permita estructurar un modelo conceptual de efectividad, a partir del cual es posible explicar la configuración y la dinámica de relacionamientos socio-técnicos que fortalecen los procesos de innovación tecnológica en las organizaciones.

1.2.2 Objetivos específicos

1) Desarrollar un marco teórico bajo enfoques tradicionales y contemporáneos en el campo de las relaciones interorganizacionales, con el fin de identificar aspectos estructurales (o de integración) y de

contexto que influyen en la efectividad de la red interorganizacional para la innovación tecnológica.

2) Consolidar un esquema de categorizaciones basados en la construcción teórica y en los hallazgos de la investigación de campo, para el análisis de la efectividad de la red interorganizacional en el marco del Sistema Nacional de Innovación, en territorio colombiano.

3) Definir un modelo conceptual de efectividad a nivel de red entera sociotécnica, para discutir, distinguir y discernir sobre el fenómeno de la efectividad de la red interorganizacional para la innovación tecnológica desde la visión del constructivismo social en tecnología.

4) Proponer un marco metodológico empírico para la admisión del modelo de efectividad propuesto, en cuanto a su validez interna y externa.

1.3 Relevancia del estudio

En trabajos de investigación cualitativa, el enfoque de redes sociotécnicas y la teoría del actor-red han sido ampliamente utilizados, en investigaciones académicas e industriales, principalmente sobre la implantación de una serie de innovaciones tecnológicas en ámbitos diversos, como tecnologías de la información y comunicaciones, tecnología agro-forestal, tecnología de sistemas de salud, tecnología de la educación y en proyectos de innovación curricular.

Destacan los estudios realizados por Keith Grint y Steve Woolgar (1997) para explicar el *movimiento ludita* en Inglaterra en el Siglo XIX; McMaster and Vidgen (1997) en análisis de sistemas de parqueaderos; Arthur Tatnall (2000) en la conceptualización de la innovación curricular en una universidad australiana; Tatnall (2002) en la implementación de un Portal de E-commerce para las pequeñas y medianas empresas en una región suroriental de Australia, Constanza Pérez M. (2009) en el análisis de redes de cogestión de conocimiento en nanotecnologías en Colombia; y, otras investigaciones diversas en el sector de la salud, de la educación y de sistemas tecnológicos de variada naturaleza, principalmente.

En términos de redes sociotécnicas, podemos añadir que, los distintos actores que posibilitan la generación de innovaciones tecnológicas y, por ende, la difusión del conocimiento tecnológico, juegan un papel, de acuerdo con sus funciones; es así que, los institutos y universidades aportan con la educación y la investigación, los Estados, con la formulación y gestión de políticas públicas en ciencia y tecnología y las organizaciones productivas, con apropiación de conocimiento y generación de posibilidades tecnológicas o innovaciones, adoptando roles diversos que se reconfiguran en contextos socio-políticos y económico-sociales, a su vez disímiles.

La universidad, por su naturaleza científica y tecnológica puede asumir múltiples formas de contribución al desarrollo social y tecnológico, a través de su función de investigación y de vinculación con instituciones y organismos externos en la prestación de servicios y cooperación en desarrollos científicos y tecnológicos. Es así que, la universidad se constituye en un actor clave en todo sistema de política pública para el fomento de la ciencia y la tecnología.

En este sentido, el modelo de efectividad de la red interorganizacional para la innovación tecnológica que se propone en esta tesis está encuadrado en el ámbito socio-político de la innovación; con ello, se pretende proporcionar una metodología de análisis en materia de gestión de redes interorganizacionales, a través de los flujos de relacionamientos Universidad-Industria-Estado, en la generación de innovaciones tecnológicas, esquema que puede interesar no solo a la institución universitaria, sino a las unidades productivas empresariales y a los hacedores de política pública en ciencia y tecnología.

Específicamente, se considera que los resultados generados en este estudio apuntan a las siguientes contribuciones:

Proporcionar una metodología de establecimiento de categorías e indicadores que contribuya al conocimiento sobre evaluación de la efectividad de la red interorganizacional a nivel de red total; de esta manera, lograr a la vez proponer nuevos elementos de análisis de datos para estudiar las estructuras de redes interorganizacionales que se forjan por los mecanismos de financiación y de incentivos en la generación de innovación tecnológica; Asimismo, estudiar un

conjunto de percepciones y afectaciones que se generan en los grupos (*stakeholders*) o actores participantes en los procesos de innovación, con lo cual se sugieren elementos claves para configurar la política pública en ciencia y tecnología enfocada al fomento de la innovación tecnológica.

De esta manera, la presente tesis contribuye a reforzar la teoría de la efectividad de redes interorganizacionales, ya que los resultados de la modelación fueron convincentes al mostrar una correlación positiva de las relaciones causales entre los factores de estructura, del contexto y los criterios de efectividad a nivel de red entera, dentro de un sistema formal interorganizacional.

La investigación expectante podría utilizar más casos de redes de innovación tecnológica tanto a nivel de producto y proceso cuanto a nivel de implementación de modelos de "marketing" o de prácticas organizacionales, dentro de un Sistema Nacional de Innovación y observar el esquema de relaciones no lineales bajo el enfoque constructivista social de la tecnología; esquema que es de especial interés tanto para la conformación de estrategias de desarrollo tecnológico bajo alianzas y redes de cooperación universidad-industria, cuanto como elementos de configuración de políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación con enfoque de desarrollo socio-económico bajo alianzas y redes de cooperación universidad-empresa-Estado-sociedad.

Adicionalmente, el análisis de los factores observados consolida el aprendizaje y a la vez producen alcances para la futura investigación teórica y empírica sobre los relacionamientos reticulares entre la estructura institucional pública, la estructura productiva y la infraestructura científico-tecnológica en la generación y utilización del cambio o nuevo conocimiento tecnológico.

1.4 Estructura de la tesis

Esta tesis se ha organizado en ocho capítulos. En el presente capítulo, denominado Introducción, se han abordado los aspectos generales de la investigación y, específicamente, se apunta hacia los cuestionamientos, objetivos y relevancia del trabajo.

En la Parte I, constituida por los capítulos 2, 3 y 4, se presenta la construcción y el desarrollo del marco teórico de la investigación; así, en el segundo capítulo se introduce la noción de red interorganizacional, a través de la cual se despliega el concepto de Sistema Nacional de Innovación, como un modelo interactivo en red con las organizaciones que dinamizan los procesos de innovación: de la academia, del Estado y del tejido empresarial; destacando los diferentes esquemas y relaciones entre el aprendizaje interactivo y la innovación; esta última, entendida desde una dimensión tecnológica: de producto y de proceso, así como, organizativa y comercial.

En el tercer capítulo, se indaga sobre el enfoque de efectividad, primeramente desde el ámbito organizacional, para luego, direccionar el interés sobre la comprensión de los determinantes de la efectividad a nivel de las interacciones de la red interorganizacional y sus resultados, básicamente, en el campo de la innovación y la tecnología. En esta línea teórica se pudo constatar la ausencia de un paradigma o teoría única, en el campo de redes interorganizacionales o a nivel de red total que haya sido enteramente aceptada, y que pueda explicar pródigamente el fenómeno de la efectividad de las interacciones reticulares en el campo de la innovación tecnológica.

En el cuarto capítulo, se logra posicionar la perspectiva constructivista social en tecnología, como práctica en el análisis de la efectividad de la red para la innovación tecnológica; en este marco ha sido posible configurar los determinantes de la efectividad en lo referente a la magnitud y estructura de las interrelaciones, en base a los postulados de la teoría del actor-red, bajo los cuales se considera el componente socio-técnico de los vínculos en el interior de las redes interorganizacionales. La introducción de la perspectiva constructivista social, en definitiva, posibilitó superar las limitaciones de otros enfoques basados en una visión estrictamente positivista.

La Parte II está constituida por el capítulo 5 el cual se refiere, en primer término, a la caracterización del objeto de estudio, aspecto que se demarcó bajo el conjunto de proposiciones teóricas extraídas del marco teórico referencial, a través del cual se propusieron las dimensiones constitutivas del modelo de efectividad;

luego, se refiere a los aspectos estrictamente metodológicos de la investigación, a nivel de dos fases: Una primera fase, la exploratoria, a partir de la cual, definimos las variables observables y latentes del modelo de efectividad; una segunda, la explicativa, a través de la cual realizamos el estudio confirmatorio para la validación del modelo.

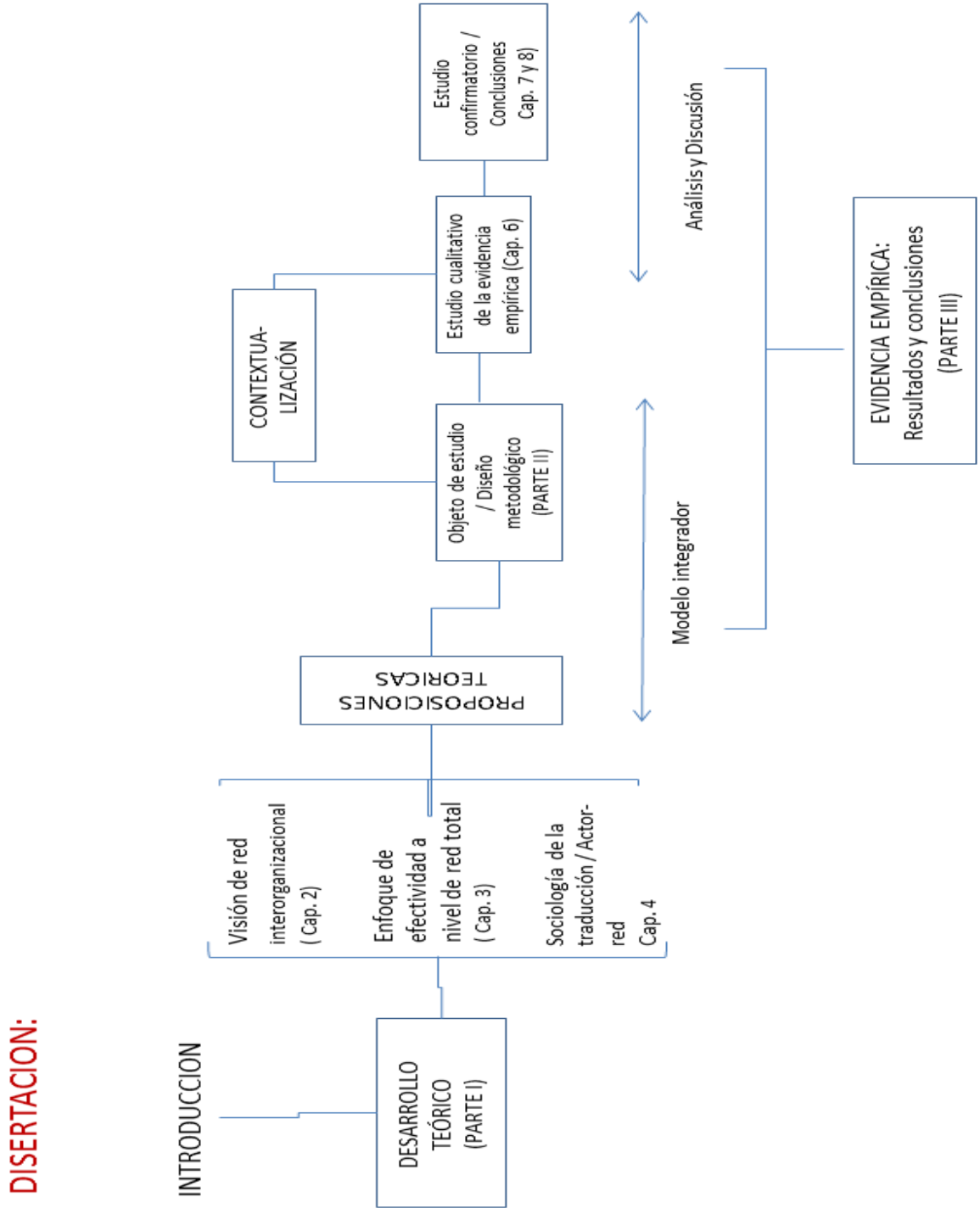
En la Parte III se presentan los resultados de la evidencia empírica y las conclusiones finales de la tesis y comprende los capítulos 6, 7 y 8. Así, en el capítulo 6 presentamos los resultados y discusiones del estudio cualitativo sobre tres casos generales, a nivel de áreas metropolitanas dentro del sistema regional de innovación de Colombia y, un cuarto caso, referido a un estudio particular, dentro de la investigación exploratoria de la tesis, todo ello, dentro del marco de la estrategia de desarrollo y competitividad del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación - SNCTeI de Colombia.

Finalmente, en el capítulo 7 llevamos a cabo el estudio de tipo confirmatorio de las variables del modelo de efectividad, a través del cual fue posible validar las hipótesis de la investigación; cerramos la tesis con el capítulo 8, de consideraciones finales, que sintetiza los principales aspectos teóricos y metodológicos del estudio y permite extractar los hallazgos relevantes frente a la pregunta de investigación, esperando que estas manifestaciones contribuyan a reforzar la teoría de la efectividad de las redes interorganizacionales desde la visión del constructivismo social, en el campo de la innovación tecnológica; asimismo, presentamos las principales conclusiones del estudio, las limitaciones que se sortearon y dejamos temas planteados para futuras investigaciones.

Los principales componentes o aspectos de la presentación de la tesis se bosquejan en la figura 1.

Figura 1

Principales componentes de la tesis



Fuente: Elaboración propia.

PARTE I

DESARROLLO TEÓRICO

En esta tesis, el principal aporte del referencial teórico, además de la construcción del marco teórico para la formulación de las hipótesis de la investigación, consiste en establecer los fundamentos de las definiciones de los constructos teóricos que conformarán la estructura analítica preliminar del modelo de efectividad de la red sociotécnica, objeto de estudio de la presente investigación.

En este sentido, en los capítulos Dos, Tres y Cuatro, respectivamente, analizamos los fundamentos teóricos de la tesis, desde los cuales enfatizamos sobre los conceptos referidos a: la noción de red y de redes interorganizacionales, la noción de efectividad y los postulados y enfoques del constructivismo social en tecnología. A través de este recorrido ha sido posible formular un conjunto de siete proposiciones teóricas, las cuales, finalmente, se constituyeron en las hipótesis preliminares de la investigación de campo que llevamos a cabo para validar el modelo de efectividad propuesto en la presente tesis.

Capítulo Dos

Una visión de red interorganizacional para la innovación tecnológica

En este capítulo presentamos el análisis y la discusión sobre distintas perspectivas del estudio de redes a nivel organizacional y los diferentes tipos de análisis a nivel de relaciones interorganizacionales, enfocándonos en el modelo interactivo de Sistema Nacional de Innovación, como red interorganizacional entre el Estado, las instituciones de investigación y el tejido industrial, con la finalidad de poder determinar un conjunto de dimensiones y factores en el ámbito político-institucional y económico-productivo, en aspectos relacionados con los esquemas de aprendizaje, colaboración y cooperación y las motivaciones que surgen en los procesos de innovación tecnológica.

2.1 Introducción a la noción de red y redes interorganizacionales

La noción de "red", de manera muy general, es definida como el conjunto de nodos y el conjunto de vínculos que representan cierta relación, o falta de relación, entre los nodos (Brass et al 2004[5], citado en Provan y Fish 2007); el concepto de "nodo", a su vez, está asociado a la representación de "actor" (individuos, unidades, órganos u organizaciones), y el patrón regular de las relaciones o lazos entre los actores configura la estructura de la red misma (Pérez 2010).

Luego de un estudio sobre cuatro redes de colaboración a nivel comunitario, en el Condado de Los Ángeles, Ca., Myrna Mandell (1999) clarifica que la red, como estructura, puede requerir de acciones separadas o independientes, de una parte de los miembros, pero, en forma conjunta los participantes constituyen la totalidad de la red.

[5] Cita de Provan y Fish et al (2007, p.481): Daniel Brass, et al (2004): "Taking stock of networks and organizations: A multilevel perspective", *Academy of Management Journal, Vol. 47, Pp. 795-817.*

En este sentido, Manuel Castells (2000) complementa que, los actores en una red poseen dimensiones o características diversas y están conectados asimétricamente, en razón de una desigualdad del poder; pero, como lo señala Mandell, ya que cada actor de la red representa una organización o grupo, aun de la existencia de más poder (en términos de recursos o de influencia política, etc.) sobre otros, este no puede ser ejercido de manera unilateral. Por tanto, desde una perspectiva puramente estructural (mercado versus jerarquía) la red está conformada de actores (no subordinados jerárquicamente) o posiciones y vínculos que se revelan por la interacción "débil o fuerte" entre las posiciones (Thorelli, 1986; Powell, 1996; Podolny & Page, 1998; Mandell, 1999).

Para Hans Thorelli (1986, 38)[6] el posicionamiento de la empresa en la red, en tanto, se torna en una cuestión tan importante como el posicionamiento de su producto en el mercado, y en este sentido, define la "red" como lo intermedio entre la organización o empresa única y su interacción con otras empresas "*en un entorno complejo, donde ninguna de ellas puede realmente ser entendida sin una referencia a sus relaciones con muchas otras*"; por su parte, Mandell (1999) enfatiza que, además de la vinculación informal, las relaciones entre actores de la red, a nivel comunitario, giran alrededor de una base de compromisos que no pueden cumplirse sin la acción conjunta e interdependiente de todas las partes.

En el ámbito organizacional, por tanto, el termino red, no se circunscribe a la "red informacional", que es equivalente a rapidez, a contacto inmediato; el término red, en cambio, como paradigma organizacional, reconoce la cooperación entre actores, como la manera óptima de alcanzar objetivos comunes y/o particulares, simultáneamente.

En este sentido, y si se considera al conjunto de organizaciones y no a los individuos o partes de las organizaciones, Laurence J. O'toole (1997) define, en forma general, la red como, de hecho, conformada por varias organizaciones vinculadas por una cierta forma de interdependencia estructural en el que una unidad no es el subordinado de otras en virtud de su posición formal, sino que, el conjunto

[6] Op. Cit. Subcapítulo 1.1.

de organizaciones coordina sus actividades a través de diferentes tipos de "relaciones entre pares" (Turrini 2010), como pueden ser, las asociaciones del tipo alianzas estratégicas, acuerdos cooperativos/colaborativos o, simplemente, relaciones interorganizacionales.

En este sentido, Barringer y Harrison (2000) aportan que, el término "alianza" se refiere típicamente al concepto de relaciones bilaterales y concibe la red como un conjunto o constelación de organizaciones que se unen a través del establecimiento de pactos o acuerdos sociales o contratos voluntarios, más allá de los contratos legalmente vinculantes; esto lo pudo comprobar en sus investigaciones de redes interorganizacionales en los servicios de salud y a través de la integración de acciones en programas de ciencia y tecnología a través de los institutos de investigación, las universidades y las empresas.

En sus investigaciones, Myrna Mandell a su vez pudo concluir que las relaciones entre actores de la red se distinguen de las alianzas o acuerdos contractuales en el sentido que tales vinculaciones de hecho se basan en los intercambios que se generan como resultado de las relaciones interpersonales o interorganizacionales, en medio de acuerdos de cooperación o como mecanismos interorganizacionales de colaboración entre el entorno y la empresa.

Es así que, en el campo científico-tecnológico, por el brote de las nuevas tecnologías de información y comunicación, las formas organizacionales de esta comunidad se han transformado, centrándose hoy en la cooperación y en las alianzas, configurándose como redes globales de generación y uso del conocimiento para propiciar los cambios científico-tecnológicos. Así, han surgido las redes electrónicas de investigadores y los consorcios de investigación que superan las barreras geográficas y temporales, para hacer uso intensivo de la telemática[7].

2.1.1 El nivel de relaciones interorganizacionales en el marco de los estudios organizacionales

[7] La Telemática cubre un campo científico y tecnológico de una considerable amplitud. El diccionario en línea de la Real Academia Española la define así: "Aplicación de las técnicas de la telecomunicación y de la informática a la transmisión a larga distancia de información computarizada" (http://lema.rae.es/drae/?val=telem%C3%A1tica).

En el marco de los estudios organizacionales, el análisis interorganizacional constituye el nivel de estudio más amplio, principalmente en el ámbito de las relaciones interorganizacionales y, específicamente, a nivel de red en que, aun en la actualidad se siguen analizando sus características estructurales, en relación con los beneficios o resultados de la interacción, en su conjunto.

En el sentido de analizar la generación de innovación tecnológica, como resultado de relaciones interorganizacionales, a continuación exponemos algunos aspectos que constituyen la base hacia la conformación de una teoría de red de relaciones interorganizacionales, a partir de los aportes sobre las dimensiones de las "órbitas organizacionales" de William Evan (1966); posteriormente, nos acercaremos a los enfoques más contemporáneos que enmarcan el análisis interorganizacional dentro del estudio de las relaciones a nivel de conjunto de organizaciones, interconectadas: la teoría de redes interorganizacionales (Theory of Interorganizational Networks).

En este afán, más adelante, dentro del presente subcapítulo avanzaremos describiendo algunas propuestas de estudio sobre resultados de la red, a nivel de red entera o total.

Algunos de los primeros esfuerzos para encauzar los estudios organizacionales en el nivel de las relaciones de intercambio entre firmas u organizaciones, los encontramos en el estudio, de William Evan: "*La órbita de la Organización: Hacia una teoría de las relaciones interorganizacionales*", en que toma las visiones de los sociólogos estadounidenses: Talcott Parsons y Robert King Merton. Así, en el cuadro 1 hemos pretendido resumir un conjunto de caracterizaciones y sus respectivas hipótesis planteadas por William Evan, en el cual incorpora planteamientos de hipótesis de Robert Merton y de Joseph Thompson[8] (1958) en el marco de las órbitas de las organizaciones.

[8] Thompson, J. D. y McEwen, W. J. (1958): "Organizational Goals and Environment: goals-setting as an interacction process", ASR, 1958, vol 23, pp. 23-31 (citado por Evan 1966).

Cuadro 1

Caracterización de las relaciones interorganizacionales

DIMENSIONES	CARACTERÍSTICAS	HIPÓTESIS
1. Organizaciones de referencia, comparativas versus normativas	Como norma de comparación, la organización focal toma como referente una o varias organizaciones de su órbita con el fin de valorar su desempeño; a la vez, puede incorporar los valores y metas de uno o más de los elementos de su órbita	Las organizaciones de referencia normativa ejercen un efecto restrictivo mayor en las decisiones de la organización focal que las organizaciones de referencia comparativa
2. Tamaño de la órbita de la organización	El hecho que la organización focal interactúe con pocas o muchas organizaciones tiene consecuencias significativas para su estructura interna y su toma de decisiones	Cuanto más vasta sea la órbita organizacional, menor será la autonomía en la toma de decisiones de la organización focal, si un miembro o algunos elementos de la órbita controlan los recursos, esenciales para su funcionamiento
3. Concentración de los recursos de entrada organizacionales	La concentración alta o baja de los recursos de entrada probablemente tendrá efectos sobre la estructura y el funcionamiento de la organización focal	Cuanto mayor sea la carencia de recursos de entrada de la organización focal, mayores posibilidades habrá que esta coopere con las organizaciones de entrada de su órbita
4. Superposición de agentes	Tratándose del personal de la organización focal, a menudo suelen presentarse superposiciones de su personal frente a alguna de las organizaciones de su órbita	Cuanto mayor sea la superposición de miembros entre la organización focal y los elementos de su órbita, tanto menor será el grado de autonomía de esta para la toma de decisiones
		Cuanto más se complementen las funciones entre la organización focal y los miembros de su órbita, mayores serán las posibilidades de acción cooperativa
5. Superposición de metas y valores	En la medida que se superpongan metas y valores con elementos de su órbita, la organización focal podría ver afectadas sus relaciones interorganizacionales	Cuanto mayor sea el grado de similitud de metas y funciones entre la órbita de organizaciones y la organización focal, mayor será el grado de competencia entre ellas y por lo tanto menor el grado de autonomía de la organización focal para la toma de decisiones
6. Progreso tecnológico	El grado de progreso o avance tecnológico de las organizaciones en la órbita genera una cierta capacidad competitiva entre las mismas	Si los miembros de la órbita de organizaciones poseen un alto grado de progreso tecnológico, la organización focal, si quiere mantener su capacidad competitiva, tendrá que ser muy receptiva a las innovaciones

Fuente: elaborado a partir de Evan (1966, 201-207).

Talcott Parsons[9] 1960 (citado por Evan, 1966), puntualiza, en su estudio sobre las relaciones interorganizacionales, cuatro problemas del sistema de organizaciones: *adaptación al entorno*, *mantenimiento de normas*, *consecución de fines*, e *integración*. William Evan (1966) ilustra estos dos últimos problemas o situaciones refiriéndose a las relaciones de la organización focal con las organizaciones de sus órbitas de entrada y de salida.

A manera de ejemplo, Evan (1966, 202-203) ilustra este escenario con un hospital privado, el cual se relaciona con las organizaciones de su órbita de organizaciones de entrada, en las cuales cuentan aquellas que le proveen de los recursos para su operación, además aquellas organizaciones, como la "caja comunitaria" de la cual obtiene ayuda financiera, el departamento de salud pública local o estatal que le concede licencia de funcionamiento, la asociación de hospitales que le otorga legitimidad y reconocimiento, entre otras; en su órbita de organizaciones de salida, además, se relaciona con otros hospitales con los que coopera o con los que compite, instituciones de investigación médica, organismos públicos y oficiales a los cuales remite información.

De Robert Merton[10] (citado por Evan 1966, 199), toma como referencia el concepto de "campou" o conjunto de roles en que se analizan las funciones de enlace de los miembros de una organización, en el interior de esta y en el exterior, con otras organizaciones.

En su obra compilada, Merton (1964) desarrolla el concepto de órbita de la organización en que describe el nivel de organizaciones de "referencia comparativa" narrando los casos en los cuales la organización focal puede valorar su desempeño global usando una o más organizaciones en su órbita como criterio de comparación;

[9] Talcott Parson, luego y a partir de su obra monumental "Estructura de la acción social" (1937), en su obra: "Sistema social" (1951), desarrolla el esquema AGIL, inicialmente con cuatro necesidades básicas imperativas de todo sistema social: Adaptation: la adaptación del sistema a su entorno; Goal attainment: la capacidad del sistema para definir y alcanzar sus metas; Integration: la capacidad para regular la interrelación entre sus componentes; Latency: la capacidad del sistema para proporcionar, mantener y renovar la motivación de sus actores.

[10] En su libro más citado: "Social Theory and Social Structure" (ediciones de 1949, 1957 y 1964), Robert King Merton desarrolla los conceptos de conjuntos de roles y el planteamiento de una serie de hipótesis en torno a aspectos de estructura y centralización de la autoridad dentro del "campou organizacional".

Asimismo, describe el nivel de organizaciones de "referencia normativa" cuando una organización focal incorpora los valores y metas de una o más organizaciones que componen su órbita.

En este sentido, Evan (1966) propone el concepto de conjuntos organizacionales, planteando como unidad de análisis la organización o una clase de organizaciones en sus particulares entornos, denominándola '*organización focal*', la cual sirve como punto de narración. Su estudio lo basó en la determinación de varias hipótesis alrededor de un conjunto de problemas relacionados con la autonomía en la toma de decisiones por parte de la organización focal y sobre las dimensiones de las órbitas organizacionales con respecto a las relaciones interorganizacionales. Un resumen de estas hipótesis se encuentra detallado en el cuadro 1.

Además, a nivel de estudio de las relaciones interorganizacionales, otros autores coinciden en estudiar las redes a través de tres tipos de análisis:

1. Desde la organización individual *(Firm o Vertical level)*, en que las relaciones de la empresa con otras organizaciones se produce en el marco de su actividad económica y/o social para satisfacer una necesidad específica, generalmente relacionada con los insumos y productos que son complementarios en el proceso de su actividad principal;

2. A nivel de relaciones bilaterales (*Dyadic relationships*), se aprecia la existencia de un acuerdo recíproco entre las distintas organizaciones en una industria específica, a fin de intercambiar información, productos y/o recursos tecnológicos durante el período de la cooperación (Van de Ven y Walker 1984, Freeman 1987, Uzzi 1997, Barringer & Harrison 2000)

3. Por último, a nivel de análisis interorganizacional, se ha pretendido encuadrar las alianzas y asociaciones de cooperación, especialmente, en el ámbito de la innovación y el desarrollo de tecnologías de procesos y productos, aspectos que forman parte de la economía del conocimiento, caracterizado por una multiplicidad de vínculos (*multiple relationships*) que se forjan entre las universidades, los centros tecnológicos y de

investigación y las empresas (Johnson 1992, Johnson et al 2003, Lundvall 1992, Ring y Van De Ven 1994)

Cuadro 2

Tipología de investigación sobre redes interorganizacionales

Enfoque en las organizaciones de la red --- *Variable independiente*	Enfoque en los resultados de la red (network outcomes) --- *Variable dependiente*	
	Organizaciones individuales	Grupos de organizaciones
Organización -actor	1º	2º
Red - Asociaciones / Alianzas	3º	4º

Fuente: Elaborado a partir de Provan y Fish (2007, 483).

Desde estas consideraciones, Keith Provan, Amy Fish y Joerg Sydow desarrollan un estudio alrededor del concepto de red en el cual proponen la categorización de dos dimensiones: las organizaciones o el conjunto de organizaciones (o redes), como variable independiente, y el resultado o producto de la red (network outcome), como variable dependiente. Bajo esta perspectiva, Provan, Fish y Sydow (2007) configuran una tipología de cuatro clases de estudios sobre redes, considerando ambas variables o dimensiones; el cuadro 2 muestra esta categorización:

De acuerdo con esta tipología, el cuadrante 1º, refleja las relaciones bilaterales (dyadic interactions), especialmente las alianzas y las asociaciones, si se consideran las características y atributos de las organizaciones para explicar la naturaleza y el grado de su desarrollo en su relación con las otras organizaciones dentro de la red; el cuadrante 2º, muestra el impacto de las organizaciones individuales sobre la red, para explicar cómo las acciones de las organizaciones individuales pueden afectar los

resultados a nivel de la red, tales como, su estructura, la estabilidad y la eficacia, por ejemplo, en la prestación y oportunidad de los servicios a clientes.

Sobre el cuadrante 3º, los autores buscan comprender el impacto de la composición estructural y comportamental de las redes organizacionales sobre la organización individual. En este sentido, James Goes y Seung Park (1997), en primer término, y Gautam Ahuja (2000), luego, han coincidido en sus estudios sobre el impacto de la participación de la red en la capacidad innovativa y/o la adopción de innovaciones, como resultado del desarrollo de vínculos interorganizacionales (cfr. Subcapítulo 3.2: "determinantes de la efectividad a nivel de red interorganizacional).

Por último, el cuadrante 4º se refiere a los resultados que pueden alcanzarse a nivel de la red total, debido al impacto de las acciones y la estructura de las vinculaciones interorganizacionales; este escenario, justamente, constituye el campo de interés de nuestra tesis, por tanto, a continuación, ampliamos nuestro estudio en este sentido.

En el nivel de red entera o red total, las investigaciones se han centrado en el impacto de las acciones y de los diferentes o múltiples niveles de configuraciones de la red sobre los resultados a nivel de la red completa o total. Esta perspectiva supone que la red involucra a varias organizaciones que trabajan en colaboración para alcanzar una meta más o menos común o compartida y que el éxito de una organización individual en la red puede o no ser crítico para el éxito de la red en su conjunto (Provan et al 2007, 485; Powell 2005).

Los trabajos en el marco de este enfoque, la red total, han sido en su mayoría de carácter conceptual, narrativo o en base a estudios de caso descriptivos, individuales (a nivel organizacional) y sobre una dimensión temporal; en las últimas décadas se cuenta con estudios empíricos comparativos en algunos sectores, como la salud y la educación (Provan-Milward, 1995; Provan-Sebastian, 1998; Mandell, 1999; Provan-Milward, 2001; Provan-Fish, 2007; Turrini, et al. 2010). Algunos de los principales objetivos que han impulsado el estudio de redes totales ha sido el comprender el desarrollo y la forma en que es conducida o gestionada la red, así como, analizar los resultados generados a través de la colaboración multilateral,

como también, entender el impacto sobre las estructuras y comportamientos de la red debido a la acción de las organizaciones individuales o de la red en su conjunto.

En el proceso de generación de innovaciones tecnológicas, como parte de la temática del presente estudio de tesis, algunos de los principales propósitos del análisis de redes interorganizacionales, descansa en la necesidad de ventilar los mecanismos de dinamización de la ciencia, la tecnología y la innovación, y todo ello ocurre en el marco de la actuación de un conjunto de actores, en interacción, tanto del ámbito gubernamental como de organizaciones políticas, sociales y empresariales, conformándose con ello las denominadas redes de políticas o intergubernamentales.

En esta parte, la gestión intergubernamental considera la red de actores como un modelo estratégico de gestión de políticas que incluye los niveles local y global (Fleuri, 2002). Por su parte, Börzel[11], 1997 (citado por Fleuri, 2002) define las *redes de políticas* como el conjunto de actores que comparten intereses comunes, a través de relaciones relativamente estables, alrededor de una política y que intercambian recursos en la consecución de los intereses compartidos. Sonia Fleuri señala que las redes de política en sí resultan ser una forma particular de gobierno, cuyo eje de acción gira alrededor de la conformación de las políticas públicas; y añade que, en la consecución de una política los actores públicos y privados tienden hacia una interdependencia funcional creciente, por lo cual las redes de políticas comparecen en sancionar el flujo de los recursos dispersos.

En este sentido, cabe anotar que, en el ámbito de la actividad pública las organizaciones suelen trabajar conjuntamente alrededor de una política pública, pero generalmente de manera informal con otras dentro de la misma red, y a medida que la red se desarrolla, estas organizaciones van formalizando sus vínculos, en una primera etapa frágiles, y luego se fortalecen (Ring y Van de Ven, 1994). En el ámbito de los negocios, además, la transición hacia relaciones entre organizaciones de la misma red resulta perturbadora, en la medida que se debe pasar de estructuras de competencia a las de cooperación o colaboración.

[11] Börzel, Tanja (1997): *What's So Special About Policy Networks? - An Exploration of the Concept and Its Usefulness in Studying European Governance*; European Integration online Papers (EIoP) Vol. 1 (1997) Nº 016.

Por tanto, en medio de un sistema de relaciones complejas, como lo advierte Castells (2000), las redes interorganizacionales, como las redes intergubernamentales, resultan ser una nueva modalidad de coordinación (Fleuri, 2002; Isuani, 2009), tanto a nivel público como privado, que implica, no solamente la estructuración adecuada de esas redes, sino llevar a cabo mecanismos para la articulación del conjunto heterogéneo en donde proliferan la diversidad y el conflicto de intereses organizacionales.

En este sentido, en el campo de la ciencia, la tecnología y la innovación, el Sistema Nacional de Innovación se constituye como el instrumento imaginario de política pública, a través del cual se busca entender la innovación a nivel nacional, y en el cual se conjugan flujos de recursos, condiciones básicas y estratégicas y la interacción de una multiplicidad heterogénea de actores, individuales y corporativos, en función del conjunto de intereses que los moviliza.

2.2 El Sistema Nacional de Innovación como un modelo de red interorganizacional

Para introducir la noción de Sistema Nacional de Innovación como un modelo de red interorganizacional, consideramos menester esclarecer, en primer lugar, la noción de "sistema" desde el ámbito conceptual, es decir, desde una representación abstracta o de construcción teórica (por ejemplo, de enfoque sistémico) y, en segundo lugar, el concepto de gobernanza. Sin embargo, lo relacionado con el concepto de gobernanza lo hemos reservado para el tratamiento como mecanismo de coordinación y control de la efectividad de las redes interorganizacionales para la innovación tecnológica, en que la red misma es vista como un tipo de gobernanza (Cooke 2003, 2005); este tópico lo tratamos dentro del capítulo 3, específicamente en el subcapítulo 3.2.3.

En lo relativo al concepto de sistema, destacamos la visión que este enfoque nos proporciona en cuanto a la existencia de elementos constitutivos de características específicas, las relaciones entre estos elementos o actores, los límites y la interacción con el entorno. Mas, como lo enfatiza Philip Cooke, emplear el enfoque de sistema, como herramienta de análisis de los sistemas de innovación, no

implica suponer que estos consisten de los mismos elementos o actores que realizan las mismas funciones y que tienen límites bien definidos, sino que, por el contrario, el análisis debe basarse en un enfoque de "*sistema abierto*"[12] a la interpretación flexible (Cooke 2003, 5-6).

Por tanto, en el sentido de red interorganizacional, desde una mirada sistémica, el Sistema Nacional de Innovación se concibe como un *sistema social dinámico* (Lundvall 1992, Malerba 2002), en la medida que, en el proceso innovativo las organizaciones de la red interactúan entre sí, desarrollando esquemas de cooperación y colaboración; es así que, la actividad innovadora se traduce en una interacción continua entre los distintos actores (individuos y organizaciones) y los elementos institucionales (políticas, arreglos estatales y procesos de apoyo a la investigación, la innovación y la transferencia del conocimiento tecnológico posterior a los resultados). El enfoque sistémico, como un modelo integral e interactivo lo volveremos a considerar dentro del esquema de la eficacia organizacional (Véase el subcapítulo 3.1.1) y como condicionante de los esquemas de centralización y control de la actividad innovativa de las redes interorganizacionales, dentro del modelo preliminar de efectividad que estudiamos como referente de nuestra tesis (Véase el subcapítulo 3.2).

A su vez, en el sentido de red interorganizacional, propiamente, el Sistema Nacional de Innovación **SNI** (en inglés, National Innovation Systems **NIS**), se concibe como un tejido de múltiples agentes o un conjunto de prácticas, instituciones y organizaciones del sector público y privado, a través del cual se posibilita el trasvase de ideas, tecnología, conocimientos y profesionales, determinando a su vez el desempeño innovativo a nivel nacional (Freeman 1987, 1995; Lundvall, Johnson 1992).

Para ilustrar este escenario, en los subcapítulos que suceden presentamos la discusión contemporánea sobre la perspectiva de Sistema Nacional de Innovación, como un modelo o como teoría, para lo cual hemos considerado conveniente,

[12] La base de este enfoque descansa en la Teoría General de Sistemas de Ludwing von Bertalanffy (1950) y de otros desarrollos posteriores, en: F. E. Emery y E. L. Trist (1965): Cap. I "The Causal of Texture of Organizational Environments", *Human Relati*ons, p. 21-31; P. R. Lawrence y J. W. Lorsch (1973): "Organización y Ambiente", *Labor*, Barcelona.

primeramente, referir los aspectos capitales de los constructos "innovación" y "cambio tecnológico", para luego relacionar los procesos de aprendizaje con el fenómeno de la innovación, como concepto; así como también, contemplar la dimensión espacial y el esquema de interacciones entre los tipos de organizaciones e instituciones que conforman la noción de Sistema Nacional de Innovación como red interorganizacional para la innovación tecnológica, la cual hemos tomado como referente del modelo de efectividad que proponemos en la tesis.

Con relación a los aspectos de relacionamientos de la red interorganizacional para la innovación tecnológica, que cubre el enfoque constructivista social, volveremos a abordar el concepto de tecnología y de innovación, desde la visión de red sociotécnica y bajo el esquema de la sociología de la traducción (Véase el subcapítulo 4.2), en que los análisis en el sentido de la forma en que las organizaciones llevan a cabo los procesos de generación y difusión de la innovación utilizan a su vez la noción de red a nivel interorganizacional.

2.2.1 La innovación y el cambio tecnológico: premisas del SNI

Comenzaremos este subcapítulo, parafraseando que la innovación es un proceso altamente sistémico, complejo, ligado a la problemática del cambio tecnológico en el terreno de la ciencia, la economía y la producción industrial, como también a aspectos políticos y de cambio social. A su vez, la innovación se concibe como un proceso de interacción continua entre muchos actores que están presentes en, lo que se ha convenido en denominar como, el Sistema Nacional de Innovación **SNI**, el cual es uno de los esquemas institucionales, de la acción pública, que propicia la integración exitosa del aprendizaje y del conocimiento, a través del fomento de la tecnología y la innovación (Lundvall 1992, Johnson 1992, Nelson 1993, 2002, Malerba 2002).

En el campo de la ciencia, la tecnología y los descubrimientos científicos se complementan. La ciencia busca descubrir y conocer, por la indagación y el razonamiento (método experimental y análisis), la estructura de la naturaleza; fundamentalmente, ese razonamiento emerge si la idea mitológica de la realidad se la abandona dando paso a una visión objetiva y reflexiva; de ahí que, la primera regla

del método científico aboga por la precisión con la cual se debe emitir un juicio, basándose en aquello que es evidente y libre de dudas.

Adicionalmente, la tecnología, que proviene del vocablo griego *tekne* (técnica, oficio) y *logos* (ciencia, conocimiento), es una lógica, un conocimiento, pero a diferencia de la ciencia, sus enunciados no son imperativos, pues sus reglas técnicas relacionan medios y fines, elementos que pudieran ser de naturaleza distinta. En este sentido, la tecnología a través de su lógica del '*quehacer práctico*' o fundamentación empírica, revela información al razonamiento científico a través de un conjunto ordenado de instrumentos, conocimientos, destrezas, procedimientos, métodos y recursos aplicados en las distintas formas de explotación artesanal e industrial y en aspectos organizacionales (Elster 1997).

Asimismo, el concepto de innovación, que deriva del latín ¨*innovare*¨, por lo cual significa renovar o introducir novedades de cualquier especie, ´*tornar en algo nuevo*´, está ligado a la problemática del cambio tecnológico en el sentido de renovación o producción de nuevo conocimiento tecnológico (Schumpeter, 1996).

En el campo de la economía, la tecnología está muy ligada al modelo de progreso técnico o cambio tecnológico. La herramienta neoclásica básica para el estudio de la tecnología y del cambio tecnológico es el concepto de ¨función de producción¨ en el marco del postulado institucional de ´competencia perfecta´, para el cual, el ritmo o el alcance del cambio tecnológico se manifiesta por el cambio relativo en los costos totales por unidad cuando las prácticas tecnológicas en cada período inducen la minimización de los costos unitarios, bajo el presupuesto de precios constantes de los factores de producción.

En este mismo sentido, en el primer cuarto del siglo XX, Joseph Schumpeter (1978, 25) introduce el concepto de innovación a través del análisis de la función de producción, considerando a esta como un proceso en el cual actúa una combinación de fuerzas productivas, materiales e inmateriales, las cuales condicionan la naturaleza y el nivel de Desarrollo Económico, por lo tanto, afirma: "*Si variamos la forma de la función de producción, en vez de variar los Factores de producción, tenemos*

una innovación, [....], entonces definimos simplemente la innovación como el establecimiento de una nueva función de producción".

Schumpeter define las fuerzas materiales como los Factores de producción, propiamente, y los identifica como los factores económicos de la producción: Trabajo (fuerza física y conocimientos rutinarios), Recursos naturales (los frutos de la tierra, los recursos naturales inexplotados) y el Capital (maquinaria, equipo, materias primas y otros insumos, infraestructura física, infraestructura de transporte y comunicaciones); las variaciones en la disponibilidad de estos factores junto a un incremento de la población, por tanto de la fuerza de trabajo, provoca un cambio gradual o incremental en el sistema económico, que se manifiesta en el crecimiento de la producción o crecimiento económico.

Pero, cuando Schumpeter define las fuerzas inmateriales, identifica los hechos técnicos (la tecnología) y los hechos organizacionales (los aspectos socio-culturales), y a la variación de estos atribuye la evolución económica, pues considera el efecto de estas variaciones, más dinámico y radical, tanto en el crecimiento como en el desarrollo de la economía, ya que provocan transformaciones socio-culturales importantes.

Por tanto, en el campo de la ciencia, de la producción industrial y de la economía, la tecnología y por ende el cambio tecnológico se constituye en uno de los elementos clave de la innovación como proceso y como resultado. Es en este sentido que, Schumpeter se refiere a una nueva función de producción en la cual se incorporan las nuevas combinaciones de los medios de producción que generan los cambios técnicos, tanto en los métodos de fabricación y de transporte cuanto en la organización de los recursos industriales; como también, cuando se crean nuevos artefactos, se abren nuevos mercados o nuevas fuentes de insumos, o en los sucesos de creación o interrupción de la organización de cualquier industria, y de la organización industrial hacia la economía (Schumpeter, 1996, 120).

En lo que sigue, abordaremos la visión schumpeteriana sobre innovación y demás aspectos del enfoque teórico, como marco introductorio de la caracterización del modelo interactivo de Sistema Nacional de Innovación, desde la perspectiva de la

innovación tecnológica como proceso interactivo y en el sentido de novedad radical/incremental de la innovación que propende por el desarrollo económico a nivel nacional.

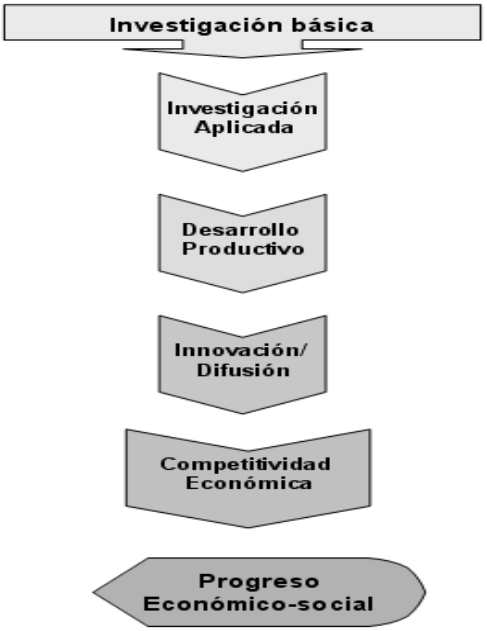
Es así que, cuando se estudia la innovación tecnológica como proceso, en primera instancia traemos a la memoria la visión de modelo lineal de la innovación. En este escenario, los conceptos de invención, difusión e innovación, adquieren una connotación de linealidad en el sentido de la causalidad que va de la ciencia a la tecnología. Es así que, la *invención* se concibe como la creación de alguna idea científica, teoría o concepto que pueda conducir a la *innovación* cuando se aplica a un proceso de producción; por su parte, la transferencia de una innovación existente a un contexto nuevo, esto es, la *difusión*, de alguna manera, supondrá el éxito o fracaso de la innovación, como tal (Elster 1997, 86).

Uno de los puntos claves del modelo lineal estuvo sustentado en el esquema de financiamiento a largo plazo de la Oficina de Investigación Científica y Desarrollo del gobierno estadounidense[13], en donde se debatía acerca de la esencia de la investigación científica (o básica), como aquella que contribuye al conocimiento general y a la comprensión de la naturaleza y de sus leyes; por tanto, se atribuía a la investigación básica la producción o generación del desarrollo tecnológico, en virtud que los avances de la ciencia básica se convertirían en avances en tecnología mediante un proceso de difusión o transferencia tecnológica, impulsada, a su vez, por la investigación aplicada (pasos para traducir el conocimiento básico general en aplicaciones y resolver problemas).

Tal como lo expresa Norman Clark (1995), en la figura 2, la investigación científica o básica da lugar a todos los avances tecnológicos, es decir, que induce la innovación tecnológica, la cual se materializa en los productos y procesos necesarios para satisfacer las necesidades críticas de la sociedad.

[13] Vannevar Bush, en 1944 fue instado por el presidente Roosevelt, de los EUA, a proponer los lineamientos de lo que sería la primera política pública científica. En 1945 presenta el informe ¨*Science, the endless frontier*¨, a partir del cual, se crea en 1950 la *National Science Foundation* de los EUA.

Figura 2
Modelo lineal del proceso de innovación tecnológica



Fuente: Elaborado a partir de Norman Clark (1995).

Desde esta visión, el modelo lineal de innovación tecnológica se caracteriza básicamente por su configuración en cascada, a lo largo de la cual la cantidad de recursos destinados a la investigación básica influye esencialmente sobre la innovación tecnológica que se genera en un territorio concreto, determinando a la vez su nivel de producción y de crecimiento económico. Es menester destacar que la concepción básica del modelo lineal en cuanto a la trayectoria de difusión o transferencia de conocimiento científico, definitivamente, constituyó un hito histórico que produjo un amplio impacto en la óptica de las relaciones entre ciencia, tecnología y gobierno.

Sin embargo, han sido innumerables las críticas que el modelo ha recibido principalmente por su enfoque radicalmente funcionalista, en que reduce la tecnología a un sistema de aplicaciones pasivas de las novedades científicas, como un apéndice contemplativo del movimiento autónomo de la ciencia; que la tecnología presupone la aplicación de conocimiento científico, no significa necesariamente que la ciencia domine y se adelante a la tecnología, ni que el cambio tecnológico sea el

resultado de una lógica lineal de desarrollo de la innovación; pues, determinadas actividades de innovación pudieran ser tanto causa como consecuencia de ello.

De esta manera, se pone de manifiesto la *semiautonomía* en ambas trayectorias: primero, la ciencia fluye sin ningún desarrollo de nueva tecnología; luego, el cambio tecnológico progresa sin que hayan mediado descubrimientos científicos nuevos; el surgimiento de la *microbiología* desarrollada por Louis Pasteur, a finales del Siglo XIX, en que las investigaciones realizadas fueron de carácter aplicado constituyeron las bases científicas de la microbiología moderna, puede ser citado como ilustración de la no linealidad de los procesos innovativos (Kline 1985, Freeman 1995).

A partir de esta relación, de la investigación científica hacia el avance tecnológico a través de la investigación aplicada y el auge desde finales del Siglo XIX de las modernas ciencias sociales, se ventila el fenómeno de la investigación como empresa; en este sentido, Martin Heidegger (1950), destaca el surgimiento de los institutos de investigación como respuesta a los requerimientos tecnológico-productivos del sector industrial, especialmente con fines bélicos, remarcando que la investigación como empresa gana terreno tanto en la productividad económica, cuanto en la política. Asimismo, es notorio, a partir de los años setenta, la mutación del rol clásico de la universidad, encargada del desarrollo de saberes, hacia una apresurada carrera por transformar las academias en una gama de proyectos o empresas de investigación que persiguen eficacia y rentabilidad (Heidegger, 1950).

El rol de la universidad y de otros estamentos del Estado y del sector económico-productivo, en el sentido de actores, bajo arreglos o configuraciones reticulares que propician la generación y transferencia de innovaciones tecnológicas, lo abordaremos en el subcapítulo 2.2.2, más adelante, en que analizaremos el modelo de Sistema Nacional de Innovación, como elemento clave en la constitución del modelo de efectividad de la red interorganizacional para la innovación tecnológica, objetivo central de la presente tesis.

Al resumir el enfoque de la innovación como proceso, nos atrevemos a afirmar que en la generación de una innovación, ya sea para creación de nuevos

artefactos (innovación de producto) o para la creación de nuevos métodos de fabricación o de distribución (innovación de proceso), u otros resultados de combinaciones de las fuerzas productivas, materiales e inmateriales (a los cuales aludía Joseph Schumpeter), se generan múltiples eventos, no necesariamente de naturaleza lineal (desde la investigación básica a la investigación aplicada), sino más bien, como lo señala Charles Edquist (2000), «….caracterizados por un complejo entramado de relaciones interactivas entre organizaciones de diversa naturaleza, dentro del cual se desarrollan complicados mecanismos de retroalimentación desde fuentes diferentes, como la ciencia, la tecnología, el aprendizaje, las instituciones, la fabricación, las políticas públicas y la demanda del mercado….»[14].

En lo referente a estudiar la innovación tecnológica como resultado, también implica considerar la visión de Joseph Schumpeter sobre la innovación tecnológica como un proceso definitivamente revolucionario en lo relativo a desarrollo económico. En esta parte, Schumpeter (1978) hace notar el carácter de novedad que identifica al cambio tecnológico, el cual puede ser de naturaleza radical o incremental.

En el sentido de novedad incremental, tal como lo mencionamos en líneas anteriores, Schumpeter (1978) se refiere a los cambios relacionados con el aumento de los factores de producción (fuerzas materiales), cuyos efectos provocan un cambio paulatino y acompasado en el sistema económico, contribuyendo al crecimiento de la producción nacional y sin que se generen transformaciones socio-culturales importantes.

En este mismo sentido, Christopher Freeman et al (1988) sostiene que las mejoras de las capacidades funcionales de una tecnología existente, el rediseño de los productos o la optimización de los procesos de producción, que no alcanzan a generar grandes transformaciones en la estructura a nivel de la industria, pueden considerarse como innovaciones incrementales, en la medida que dichos cambios conlleven a aumentos en la productividad y mejoramiento de la eficiencia técnica (Lemos, 1999) y de la eficacia cualitativa, a nivel organizacional.

[14] Tal como lo hemos traducido directamente de Charles Edquist et al 2000, 38.

En el sentido de novedad radical, y desde la visión de desarrollo económico propuesta por Schumpeter (1978), las fuerzas inmateriales, esto es, la tecnología, la innovación y los factores socio-culturales asumen una posición activa y radical en el desarrollo de las industrias y de la actividad económica; producen un cambio discontinuo con procesos de transformación cualitativa de la sociedad y del conjunto de la economía, configurándose a su vez con elementos nuevos.

De ahí que, este autor visualiza las innovaciones radicales con el correspondiente esquema discontinuo, con retrocesos, rupturas, obstrucciones e interrupciones, ocasionando la revolución de la estructura económica (Schumpeter, 1996). Algunas de estas innovaciones radicales pueden relacionarse con la invención del motor a vapor, al final del siglo XVIII, las innovaciones basadas en la microelectrónica, en la segunda mitad del siglo pasado, la creación de la fibra óptica y los desarrollos actuales en nanotecnología (Freeman 1988; Lemos 1999).

Por tanto, podemos sostener que, a la hora de definir el fenómeno de la tecnología, Schumpeter es más categórico definiéndola como la fuerza fundamental que provoca los procesos de mutación industrial; asimismo, define el fenómeno de las innovaciones de naturaleza radical como los elementos esenciales en la generación del desarrollo económico (Schumpeter, 1996) y llama "empresario" a la persona que, fundamentalmente, realiza o introduce innovaciones radicales de manera constante; Asimismo, entiende por innovaciones radicales, el surgimiento de un nuevo método de producción y transporte, la creación e introducción de nuevos artículos en el mercado, la apertura de nuevos mercados o nuevas fuentes de insumos, así como la creación o cambio en la organización o en su proceso de gestión de una organización en cualquier industria, a través de la acción empresarial (Schumpeter, 1978, citado en Montoya, 2004, 211).

Hoy, tales innovaciones radicales pueden estar caracterizadas por la introducción de un nuevo producto, proceso o formas organizacionales de producción, a través de las alianzas de cooperación, las alianzas estratégicas o los conglomerados productivos, que potencialmente generan crecimiento de nuevos mercados (Navarro 2001). Al seguir a este autor, las innovaciones de tipo radical normalmente son el resultado de actividades deliberadas de investigación y

desarrollo en empresas, universidades y laboratorios gubernamentales, en tanto que las innovaciones de tipo incremental acontecen como resultado de invenciones e iniciativas de mejoras sugeridas por ingenieros o técnicos profesionales involucrados en actividades productivas (Navarro, 2001, 9).

Por último, en el sentido de novedad radical/incremental, podemos referirnos a los cambios en la tecnología, de gran alcance que generan a la vez innovaciones tecnológicas tanto de producto y de proceso, cuanto innovaciones de tipo organizacional y de gestión en la industria; estos cambios tecnológicos pueden ocasionar una ruptura estructural con el patrón tecnológico que esté vigente, originando a su vez nuevas industrias, sectores o mercados (Navarro, 2001, 9-10).

En este punto, y conforme se esclarece la visión de no linealidad del proceso de innovación y se incorporan al análisis los enfoques de naturaleza radical y/o incremental del cambio tecnológico, el énfasis en la interdependencia entre los factores no solo económicos, sino también institucionales, organizacionales, sociales y políticos llevan al desarrollo de un nuevo enfoque de innovación, como un modelo sistémico.

Inicialmente, este modelo sistémico es formulado por los países desarrollados, en que se otorga un papel central a las instituciones y organizaciones en el proceso de mejoramiento de la competitividad de estas naciones, a través del impulso de los "*determinantes de la capacidad innovadora nacional*" (tanto de carácter económico, como político y social); de ahí, que surge inicialmente con un enfoque espacial nacional, el denominado modelo de Sistema Nacional de Innovación SNI (en inglés, National Systems of Innovation NSI), (Freeman et al 1988; Edquist 1997; Lundvall 1992; Nelson 1993; Johnson, et al 2003).

El concepto de SNI emerge simultáneamente en diferentes países de Europa y en Estados Unidos durante los años ochenta como un mecanismo para establecer y actualizar las políticas en ciencia, tecnología e innovación, que tienen su fundamento en los estudios empíricos realizados en los años setenta y ochenta, en los cuales Christopher Freeman (1987), Bengt-Äke Lundvall (1992, 1994), Björn Johnson, Charles Edquist y Lundvall (2003), demuestran que la innovación tecnológica se

forja a través de procesos de interacción entre personas, organizaciones e instituciones, generando a su vez cierta complejidad en su quehacer relacional.

2.2.2 El Sistema Nacional de Innovación: ¿Teoría o concepto?

Como hemos podido sustentar, desde una perspectiva de economía y de política pública tecnológica, el SNI se constituye en un esquema institucional de la acción pública para fomentar la tecnología y la innovación, en aras de propiciar el desarrollo, el crecimiento económico y la competitividad de los países. Bajo esta óptica, y desde la introducción del término SNI por Bengt-Åke Lundvall en 1988[15] existe la preocupación de analistas de la literatura económica de la innovación sobre si el enfoque de SNI no logra alcanzar el rango de teoría[16], en el sentido del débil rigor en las relaciones entre las variables y su difícil operacionalización, y de la ambigüedad en la determinación precisa de los componentes del sistema, en cuanto a tipos de organizaciones e instituciones, tipología de la innovación y del aprendizaje y de sus fronteras espaciales.

Desde esta premisa, empezamos por esclarecer que, las proposiciones o variables que han sido identificadas dentro de los estudios de los SNI pueden considerarse como elementos difíciles de poner en práctica, especialmente las relacionadas o ligadas a los *procesos de cooperación* y de *aprendizaje*, así como a las *dimensiones de poder* y *de conflicto*; en estas últimas, resulta aún más compleja su operacionalización debido, principalmente, a la consideración de elementos a la vez complejos de cuantificar, como los aspectos culturales y el nivel de desarrollo tecnológico (Nelson 1993, Edquist 2004), elementos que sobrepasan el alcance de nuestra investigación.

[15] Johnson et al (2003) aclaran que Christopher Freeman había utilizado el concepto de SNI desde 1982, en un ensayo escrito para la OECD, titulado: "Technological Infraestructure and International Competitiveness", pero el cual no fue publicado hasta el año de 2004, por el propio Freeman, en la revista *Industrial and Corporate Change*, Vol. 13, No. 3, Pp. 541-569 y luego, en 1987, en "Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan", publicado por Pinter Publishers (Caballero, 2008).

[16] En nuestra tesis, no es una preocupación indagar o plantear una discusión agotadora, sobre si el SNI constituye una teoría o, simplemente, un enfoque o un marco conceptual sobre los determinantes del proceso de innovación y su impacto en el desarrollo y en el crecimiento económico; para nuestro interés, hemos tomado el concepto de SNI, como lo acota Lundvall (2007), en el sentido de su carácter flexible y pragmático para realizar análisis sobre el entorno de innovación y la generación de conocimiento y aprendizaje interactivo.

En cuanto a la ambigüedad en la determinación de los componentes del SNI, en la literatura consultada hemos encontrado una mayor aceptación, de la comunidad científica en los estudios de ciencia, tecnología y sociedad ECT[17], de los análisis realizados por Lundvall (1992), Johnson (1992) y Edquist (1997), en que enfatizan un conjunto de algunas debilidades relacionadas con la determinación de los componentes del SNI, en lo referente, en primer lugar, sobre el establecimiento de "taxonomías de innovaciones y de aprendizajes" y, luego, sobre las fronteras espaciales, los tipos de organizaciones e instituciones que conforman el SNI y la naturaleza de las interacciones entre sus actores.

Para estudiar estos componentes, nos hemos basado en las investigaciones realizadas en distintas instituciones, como: First Globelics Conference - Río de Janeiro 2003 (conferencia dictada por los autores, Bengt-Äke Lundvall, Björn Johnson y Charles Edquist), UNIDO- Centre for Advance Studies, Cardiff University (Philip Cooke 2003), Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad y Centro REDES-Argentina (Mario Albornoz 1997, 2009, 2013), Université du Québec (David Doloreux y Saeed Parto 2005), el Instituto de Análisis Industrial y Financiero de la Universidad Complutense de Madrid (Mikel Navarro 2001 y Mikel Buesa 2002), COLCIENCIAS[18] (documentos CONPES[19] que contienen el marco de los lineamientos de la entidad y la visión del SNI para el período 2014-2019), principalmente.

2.2.3 Componentes del Sistema Nacional de Innovación

Como interés de nuestra tesis, y con el fin de delimitar, para nuestra investigación, el marco conceptual y teórico del enfoque de SNI, a continuación presentamos un breve análisis de los componentes del SNI, como concepto, en los

[17] Los ECT o línea de investigaciones, también conocida como CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad), "surge en respuesta a la tesis de los años setenta, sobre la idea que el mismo conocimiento científico, en todas sus fases de realización es un producto social" (Daza, 2008, 25).

[18] COLCIENCIAS - Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia y ente promotor de las políticas de ciencia, tecnología e innovación en el país (a través del Decreto 1767 de 1990, funge como Secretaría Técnica y Administrativa del SNCTeI, está adscrita al Departamento Nacional de Planeación, en dependencia directa de la Presidencia de la República).

[19] CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social de Colombia). Los documentos CONPES contienen los lineamientos de políticas públicas en materia de desarrollo económico y social.

aspectos relacionados con el aprendizaje interactivo y el conocimiento tecnológico, el fenómeno de la innovación, la dimensión espacial en la cual es factible la aplicación práctica, y la naturaleza de las interacciones entre los tipos de organizaciones e instituciones que conforman el SNI (Lundvall 1992, Edquist 1997); de esta manera, pretendemos abreviar las debilidades del enfoque de SNI, en cuanto a la definición de sus componentes, a la vez que ir avanzando en la caracterización del SNI, concebido como un modelo.

En cuanto al fenómeno de la innovación, que ya hemos tratado en el presente capítulo (Cfr. 2.2.1), los teóricos apuntan que la ambigüedad de su determinación en el marco del SNI se halla en que existen diferentes visiones del concepto de innovación, ya sea en términos de las dimensiones técnica y económica o en términos de las visiones reducidas o amplificadas con las cuales se ha pretendido definir la innovación como proceso y como resultado.

En el sentido de las dimensiones técnicas y económicas, autores como Freeman (1988) y Edquist (2001) sugieren una definición de la innovación en términos de su novedad radical o incremental, aspectos tratados en el subcapítulo 2.2.1; pero, como lo señala Lundvall (1992), en términos técnicos algunas innovaciones incrementales pueden tener un impacto sustancial en la economía de un país e, inversamente, algunas innovaciones radicales en términos técnicos pueden generar una débil o limitada afectación de la economía (Navarro 2001: 10).

En términos de una visión amplificada, la definición de innovación podría incluir todas las actividades del proceso de cambio tecnológico, en el sentido de renovación o producción de nuevo conocimiento tecnológico, es decir, la innovación puede ser considerada como un continuo de procesos acumulativos que comprende no solo la innovación de tipo radical e incremental, sino también los aspectos de la *invención* (creación de alguna idea científica, teoría o concepto que puede conducir a la innovación cuando se aplica a un proceso de producción), la *difusión* o *absorción* (transferencia del conocimiento abstraído de una innovación existente a un contexto nuevo, ventilando de esta manera los procesos de aprendizaje y el éxito o fracaso de la innovación).

Por último, la innovación misma, con su carácter técnico pero a la vez desde un enfoque de cambio social, como cuando Schumpeter se refiere a los hechos organizacionales o aspectos socio-culturales, en los cuales podemos incluir las actividades innovativas para generar nuevas formas organizacionales, nuevos tipos de asociaciones de las organizaciones e incluso, como enfatizan Freeman (1982, 1987), Elster (1997), Freeman y Lundvall (1988) y Johnson, Edquist, Lundvall (2003), la distribución no comercial de bienes ´socialmente útiles´.

Además, y en términos de una visión práctica del SNI, desde el punto de vista de instituciones globales, como la OECD y los organismos de ciencia y tecnología en los diferentes países alrededor del mundo, existe un cierto consenso en la utilización del concepto de innovación, bajo cuatro tipos previstos en el Manual de Oslo[20] (2007), los cuales engloban un amplio conjunto de acciones y cambios, que suponen un grado de novedad significativo en el ámbito del sector empresarial (incluyendo tanto el sector primario e industrial, como el sector de los servicios). En este sentido, los cuatro tipos de innovación, considerados desde su dimensión tecnológica, son: de producto, de proceso, organizativa y comercial.

1. **Innovación de producto**: introducción de un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado en lo que respecta a sus características o usos previstos; lo cual implica mejoramientos en las especificaciones técnicas, los componentes y materiales, los programas informáticos incorporados, las facilidades de uso y otras características funcionales.

2. **Innovación de procesos**: implementación de un método de producción o distribución nuevo o significativamente mejorado; lo cual implica cambios significativos a nivel de las tecnologías blandas y duras[21] aplicadas.

[20] Es el documento del foro OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), que contiene las directrices para la recogida e interpretación de información relativa a innovación; nos hemos basado en su edición tercera (2005) y su traducción al español, por el gobierno regional de Madrid (España), en el año 2007: MANUAL DE OSLO (2007).

[21] Según el diccionario de ALEGSA, las tecnologías duras son aquellas que se encargan de transformar los materiales para producir o construir objetos o artefactos. Por ejemplo: maquinaría, herramientas, "hardware", redes de telecomunicación, entre otros.
http://www.alegsa.com.ar/Diccionario/C/24760.php

3. **Innovación de "marketing"**: implementación de un nuevo método de "marketing" con cambios significativos en la concepción de un producto o en su empaque/embalaje, en su posicionamiento, promoción o fijación de precios.

4. **Innovación organizacional**: implementación de un nuevo método organizacional en las prácticas de negocios de la empresa, en la organización.

En cuanto a la dimensión espacial, el SNI ha sido estudiado desde una delimitación geográfica y a nivel sectorial.

Desde una demarcación geográfica, y tal como lo anotamos al final del subcapítulo 2.2.1, inicialmente, el modelo de SNI parte de un enfoque nacional en que se considera que los procesos de cambio tecnológico determinan el desempeño innovativo a nivel de país, y a su vez los resultados innovativos de la economía nacional pueden ser modificados por las diferencias en las motivaciones e incentivos, marcados fundamentalmente por los aspectos propios de la dimensión cultural-nacional (valores, características étnicas y lingüísticas) y de la dimensión político-estatal (tamaño de los países y de sus empresas y nivel de centralización política).

Al tomar en consideración estos aspectos, Lundvall (1992), Edquist et al (2001), advierten que el enfoque nacional puede resultar más relevante para países pequeños y para naciones políticamente centralizadas, si se tiene en cuenta que las variables o subsistemas de un SNI son de muy variado tipo y respaldan aspectos sumamente diversos de la vida social, política, cultural y económica.

En este sentido, y como derivación de los aspectos culturales y de marcadas diferencias en perfiles actuales y prospectivos de innovación dentro del territorio nacional, básicamente, desde una perspectiva económica y de competitividad, emerge la idea de Sistema Regional de Innovación y de límites sectoriales de innovación.

Los principales conceptos que subyacen al modelo de Sistema Regional de Innovación SRI (en inglés, Regional Systems of Innovation RSI) propenden por la delimitación geográfica en el ámbito nacional hacia la búsqueda de dimensiones que afectan los procesos concretos de innovación, en los cuales a nivel regional la cultura innovadora se manifiesta notoriamente diferencial.

En este sentido, los discursos teóricos sobre el SRI y su influencia en el desarrollo regional comprenden las siguientes tres visiones:

1. El contexto regional provee un conjunto de reglamentos, cánones y convencionalismos que caracterizan los comportamientos y enfatizan las expectativas, con lo cual la innovación puede concebirse en términos de relaciones sociales, delimitadas culturalmente (Johnson 1992, Lundvall 1992).

2. La región es el locus de la interacción entre los factores económicos y la innovación, en que los recursos se presentan localizados, como son: mano de obra y comercial especializada; sistemas de proveedores y subcontratistas; procesos de aprendizaje y de actitud hacia el emprendimiento y la cooperación entre organizaciones y empresarios, que los soportan; clientes y consumidores locales (Cooke 2003, Doloreux y Parto, 2002).

3. La presencia de factores de concentración y proximidad geográfica, así como la identidad regional, facilitan la ocurrencia de innovaciones (Edquist 2004, Johnson, Lundvall y Edquist, 2003).

Algunos analistas, entre los que destacan Pavitt (1984) y Porter (1982, 1998), defienden que las ventajas específicas de sus entornos de origen deben dotar a las compañías de capacidades para mantener la competitividad, la cual se suele resquebrajar no solo por enfrentarse a la creciente globalización de los mercados, sino también por la alta competencia dentro de sus mercados locales que les lleva a restructurar su organización empresarial, incluyendo sus actividades de innovación y sus relaciones con proveedores y consumidores.

Bajo esta visión, el concepto de *clúster* industrial es asiduamente utilizado en el marco del SRI, arguyéndose que en él se concentran los tipos de industria que definen la región, en términos de una base de conocimiento común y una cultura innovativa compartida, y que el conjunto de organizaciones empresariales que lo conforman interactúan en un esquema de cooperación con otras organizaciones e instituciones del sistema de gobierno local[22] y otras entidades (universidades, centros de investigación y de capacitación, asociaciones de comercio, agencias reguladoras) que colaboran y soportan la actividad principal de la industria, en una relación de vinculaciones formales e informales.

En la práctica, como lo señala Buesa (2002), tanto los sistemas nacionales cuanto, y aún más, los sistemas regionales de innovación no logran autosuficiencia referida a la capacidad de proveer los flujos de transferencia de tecnologías, que se requieren en el sistema productivo, de fuentes interregionales e internacionales; a la vez, este mismo autor insiste en que la producción de innovación, por tanto, de nuevo conocimiento no guarda, necesariamente, una relación de proporcionalidad con los recursos que se destinan al sostenimiento de las actividades científicas y tecnológicas y, en este sentido, Ring y Van De Ven (1994), Ahuja (2000), Johnson, Lundvall y Edquist (2003) por su parte, insisten en que la naturaleza de los vínculos tanto directos como indirectos y su estructura en la red (sistema de interacciones interorganizacionales) definitivamente influyen en los resultados de la innovación.

En términos de la amplitud de las actividades y la naturaleza de las interacciones, la innovación se concibe como un proceso social basado en instituciones, que pueden desplegarse en relaciones (canales del conocimiento) e interacciones (procesos para producir y aprender nuevo conocimiento). Este énfasis en la interacción y la cooperación (el dueto instituciones - interacción) llevó a

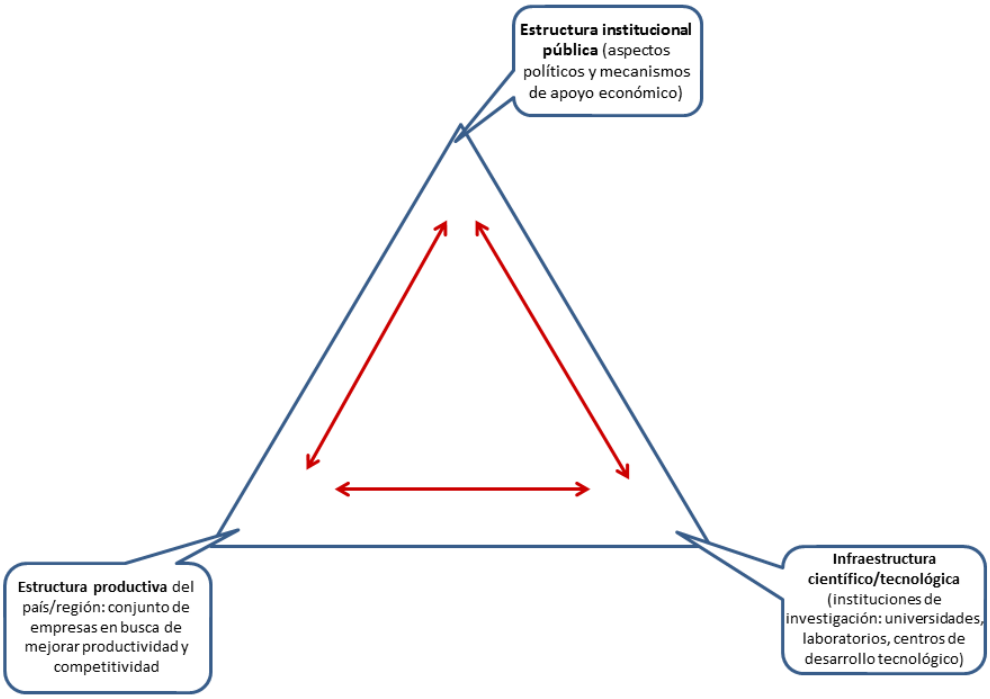
[22] El concepto de cluster, derivado del término *Distrito industrial* (concentración de industrias especializadas que forjan la economía en una determinada localidad), utilizado por primera vez por Alfred Marshall en 1920, en las últimas décadas se ha convertido en instrumento de política industrial para enfocar el desarrollo de forma sistémica, aprovechando las ventajas específicas de una determinada región. Cabe mencionar que, en su libro "La ventaja competitiva de las naciones", Michael Porter se refiere a la competitividad de una región y arguye que en la medida que una industria construya vínculos dentro de una red profunda entre las organizaciones empresariales que la conforman, aquella verá mejorada su competitividad.

científicos sociales contemporáneos (Freeman 1987, Lundvall 1992, Johnson 1992) a formular el SNI como un sistema.

En este sentido, es menester que aludamos acerca de algunos de los primeros esfuerzos por representar el relacionamiento entre la universidad y la empresa y el papel relevante del Estado, los denominados *Triángulo de Sábato* y Modelo *Triple Hélice III*.

Figura 3

Esquema del Modelo de Triángulo de Sábato



Fuente: Elaborado a partir de Sábato y Botana (1978, 7).

El modelo Triángulo de Sábato, formulado por Jorge Sábato y Natalio Botana (1968) en el marco de la Conferencia sobre Modelos del orden mundial para el año 2000[23], revela el rol de la cooperación entre la universidad y la empresa en la generación de innovación tecnológica y su trascendencia para el desarrollo económico y social de América Latina. El modelo plantea la necesidad de intervención en el desarrollo científico-tecnológico desde una perspectiva futura

[23] Paper: "Science and Technology in the Future Development of Latin America", presentado por Jorge Sábato y Natalio Botana en The World Order Models Conference, Bellagio (Italy), 1968.

marcada por la estrategia para la innovación, la cual se presume constituida por un "proceso político".

En la figura 3, propuesta por los mencionados autores, mostramos los tres elementos fundamentales para generar la estrategia de innovación en el ámbito nacional:

1. La estructura institucional pública (aspectos políticos y mecanismos de apoyo económico desde el gobierno)

2. La infraestructura científico/tecnológica (conjunto de instituciones de investigación, conformado por las universidades, los laboratorios, los centros de desarrollo tecnológico, tanto públicos como privados) y

3. La estructura productiva del país o de una respectiva región (conformada por el conjunto de empresas en busca de mejorar sus niveles de productividad y competitividad).

La representación esquemática de estos tres elementos señala una necesidad de gestión relacional entre las triadas: gobierno (estructura institucional pública), el tejido empresarial (estructura productiva) y los centros de investigación del sistema educativo (infraestructura científico-tecnológica), en que las vinculaciones son del tipo intrarrelacional e interrelacional; de ahí que, Mario Albornoz (1997) acota que los vértices deberían interrelacionarse para generar un flujo de ofertas y demandas que conduzca principalmente a la generación y utilización de conocimiento.

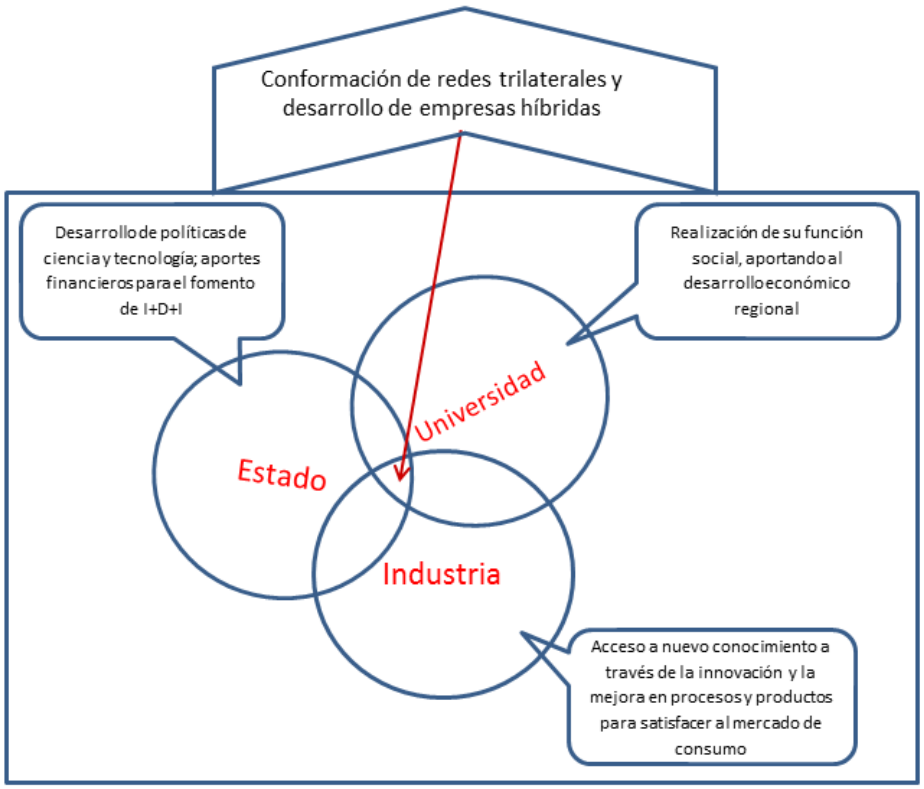
Por su parte, Sábato y Botana sostienen que América Latina muestra desarrollos parciales de los vértices de la base del triángulo, tanto a nivel de relaciones internas (nacionales) cuanto a nivel de relaciones hacia el exterior; y advierten que la fuga de talentos desde su triada nacional hacia otros triángulos internacionales obedece a la falta de gestión relacional a nivel del triángulo nacional.

En este orden de ideas, el principal desafío, que plantearon en su momento, consistió en crear conciencia de la necesidad que los gobiernos promuevan la diversidad de centros de desarrollo tecnológico como apoyo al sector productivo y de

enfocar las políticas de desarrollo de la infraestructura productiva en sectores estratégicos, total o parcialmente, controlados por el Estado, acompañado de un esfuerzo sostenido para implementar nuevos y sólidos sistemas de relaciones con el sector privado (Sábato y Botana, 1978, 8-10).

Figura 4

Esquema del Modelo de Triple Hélice III



Fuente: Elaborado a partir de Etzkowitz y Leydesdorff (1998, 2000).

En esta misma línea de pensamiento, en la década del ochenta Henry Etzkowitz y Loet Leydesdorff desarrollan un esquema organizacional, bajo la metáfora de la triple hélice, luego reformulado bajo la figura de *Triple Hélice III*, en el cual se atribuye a la universidad un rol central en el proceso de innovación frente al gobierno y a la empresa (figura 4).

La representación esquemática de este modelo matiza una infraestructura de conocimiento, que se superpone sobre las esferas institucionales (gobierno, universidad, industria), las cuales al interactuar en ámbitos compartidos,

desarrollando actividades conjuntas, provocan a la vez motivaciones que resultan en la ampliación de las relaciones entre estas esferas, aumentando de esta forma la sinergia en actividades de innovación de mayor impacto económico.

Renato Dagnino (2003), destaca el rol de la universidad, indispensable en la formación de investigadores y como núcleo en la relación universidad-empresa-Estado para la generación de nuevo conocimiento y la viabilización del desarrollo científico/tecnológico que requiere la sociedad; no sin antes advertir que, el modelo de triple hélice, el cual corresponde a una propuesta posterior de los países más desarrollados sobre la versión inicial latinoamericana (el triángulo de Sábato), enfatiza la implementación de medidas de desregulación de la economía y la creciente exposición de la industria local a la competencia externa, arguyéndose que tal exposición a fuerzas competitivas influye en la competitividad de las empresas en la industria local (Dagnino 2003, 283).

En relación con esta visión, en los estudios de Mario Albornoz, Renato Dagnino y Guilherme Plonski, se advierte, que existe cierta complejidad en el análisis de las relaciones universidad-empresa-Estado para verificar los resultados o impactos sobre la noción de competitividad abierta del sector empresarial, así como para verificar la estimulación a la búsqueda de mayor conocimiento por parte de la universidad; esto debido a que los estudios realizados, tanto en los países desarrollados como en América Latina, se han basado mayormente en estudios de caso como procedimiento para validar las hipótesis alrededor de la relación Universidad-Empresa y, en muchos de ellos no se sigue de manera estricta la secuencia inductiva: -*observación-análisis-prescripción*-, lo cual, como enfatiza Dagnino (2003, p. 286) no se logra dar cuenta de la complejidad de estas relaciones o de sus niveles de cooperación.

En este sentido, Etzkowitz y Leydesdorff (2000) defienden que en el modelo Triple Hélice se demarcan las esferas entremezcladas, con zonas comunes y relaciones complejas de comunicación, negociación, intercambios, acuerdos de cooperación, presiones y tensiones, que circunscriben la naturaleza dinámica del modelo, por la convergencia entre los distintos subsistemas o elementos, lo cual

sugiere el análisis combinado entre estos subsistemas, los actores, las interacciones, los intereses y las motivaciones.

Además, cabe destacar el esquema de caracterización de los procesos de cooperación, en cuatro dimensiones, propuesto por Guilherme Plonski (1999), el cual presentamos en el cuadro 3.

Cuadro 3
Caracterización de los procesos de cooperación universidad - empresa

ATRIBUTOS	**DESCRIPCIÓN**
i) La naturaleza de los sujetos de la cooperación	• Empresa (persona jurídica / persona física) • Universidad (cualquier Institución de educación superior / Institutos de investigación / docentes independientes)
ii) Esquemas transaccionales:	• Cursos de extensión entre la universidad y el sector empresarial • Apoyo y participación de la empresa en eventos académicos • Consultoría técnica o gerencial • Investigación contratada • Desarrollo tecnológico conjunto • Participación combinada en consejos empresariales o académicos • Patrocinio de cátedra por la empresa
iii) Formas de la cooperación:	• Bilateral / Multilateral / Microregional / Internacional • Puntual • Programas de largo plazo (estratégicos) • Con transferencia de recursos financieros • De forma espontánea y sin recursos de terceros / con incentivos fiscales
iv) Estructuras de enlace:	• Asociaciones de exalumnos • Entidades de investigación sin fines lucrativos • Oficinas de transferencia de tecnología • Entidades / Unidades de I+D operadas en interacción con la universidad

Fuente: Elaborado a partir de Plonski, G. (1999).

Asimismo, en el esquema de cooperación Universidad-Empresa, Noveli y Segatto, definen un conjunto de categorías motivacionales que inspiran a los actores en los procesos de innovación tecnológica a cooperar; en este menester, los autores consideraron a la vez, las barreras y los facilitadores del proceso. En el cuadro 3.1 resumimos estas características.

Cuadro 3.1

Motivaciones, Facilitadores y Barreras en la Relación Universidad-Empresa

<table>
<tr><th>MOTIVADORES PARA LA UNIVERSIDAD</th><th>BARRERAS Y FACILITADORES PARA LA COOPERACIÓN</th></tr>
<tr><td>• Recursos financieros adicionales (acceso a fuentes alternativas y flexibles de recursos);
• Realización de la función social de la universidad en el desarrollo económico regional;
• Aumento del conocimiento sobre los problemas reales del sector empresarial;
• Incorporación de información actualizada y novedosa en los procesos de enseñanza e investigación;
• Divulgación de la imagen de la universidad;
• Aumentar el prestigio y la visibilidad;
• Posibilidad de explorar nuevas líneas de investigación;
• Mejoramiento de la infraestructura para investigación experimental;
• Financiar costos de personal</td><td rowspan="4">• Nivel de incertidumbre de la innovación tecnológica;
• Localización y proximidad entre los agentes de la cooperación;
• Gestión de los derechos de propiedad y resultados;
• Duración de los proyectos de investigación;
• Instrumentos de política pública como apoyo gubernamental;
• Diferencias en el nivel de conocimiento entre el recurso humano involucrado en los procesos de cooperación;
• Objetivos dispersos entre los agentes de la cooperación;
• Intermediación del proceso de cooperación.</td></tr>
<tr><td>MOTIVADORES PARA LA EMPRESA</td></tr>
<tr><td>• Acceso a recursos humanos altamente calificado y especializado y a los nuevos conocimientos;
• Reducción de costos y riesgos; compartición de riesgos e incertidumbre tecnológica;
• Resolución de problemas técnicos específicos o acceso a sus soluciones;
• Creencia en el valor de la innovación tecnológica a corto y largo plazo;
• Acceso a recursos públicos;
• Elevación de la complejidad y rapidez del</td></tr>
</table>

desarrollo de nuevas tecnologías; • Posibilidad de obtener resultados comercializables; • Acceso a equipos e infraestructura de otros socios; • Aumentar beneficios	

Fuente: Adaptado de Noveli y Segatto (2012, 91-92).

Adicionalmente, en el sentido de la caracterización de las relaciones y acuerdos de cooperación, destacamos, por una parte, los estudios llevados a cabo por el IAIF, en España, en cuya encuesta nacional IAIF/FECYT[24] (2003) se destaca el rol de la universidad, como organismo público de I+D "*más atractivo por las empresas de la muestra …"; "el 54% de las empresas acuden a la U para proyectos de I+D en común";* Asimismo, se destaca en el informe que existe un sentido de cooperación relacionada con el tamaño de la empresa: *"…… cuanto más grande es la empresa, más frecuentemente utiliza cada una de las 4 modalidades de cooperación en I+D"* (incluida la cooperación con las empresas privadas):

1. Cooperación entre las empresas y el sector público
2. Cooperación en proyectos de I+D con centros tecnológicos públicos y privados
3. Cooperación entre empresas y agentes del sistema público de I+D
4. Cooperación en innovación con empresas privadas

En virtud de las singulares condiciones de incertidumbre en las cuales se desarrollan los procesos innovativos (Kline 1986), la institucionalidad de acción pública del SNI busca constituirse en un *locus* social que induce una estructura de colaboración y los mecanismos de coordinación de arreglos institucionales y vinculaciones entre el Estado, las instituciones de investigación y el sector industrial para impulsar el desarrollo tecnológico y la innovación.

En estas circunstancias, proponemos lo siguiente:

[24] FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología), entidad pública dependiente del Ministerio de Economía y Competitividad, con autonomía funcional para impulsar la ciencia, la tecnología e innovación, así como también para formular propuestas de solución a las necesidades del Sistema Español de Ciencia, Tecnología y Empresa (SECTE), www.fecyt.es

***Proposición teórica 1*:** Los incentivos que *se generan en el marco de las relaciones: Universidad-Empresa-Estado, se tornan en valiosos instrumentos para lograr la cooperación efectiva entre los distintos actores de una red interorganizacional para la innovación tecnológica.*

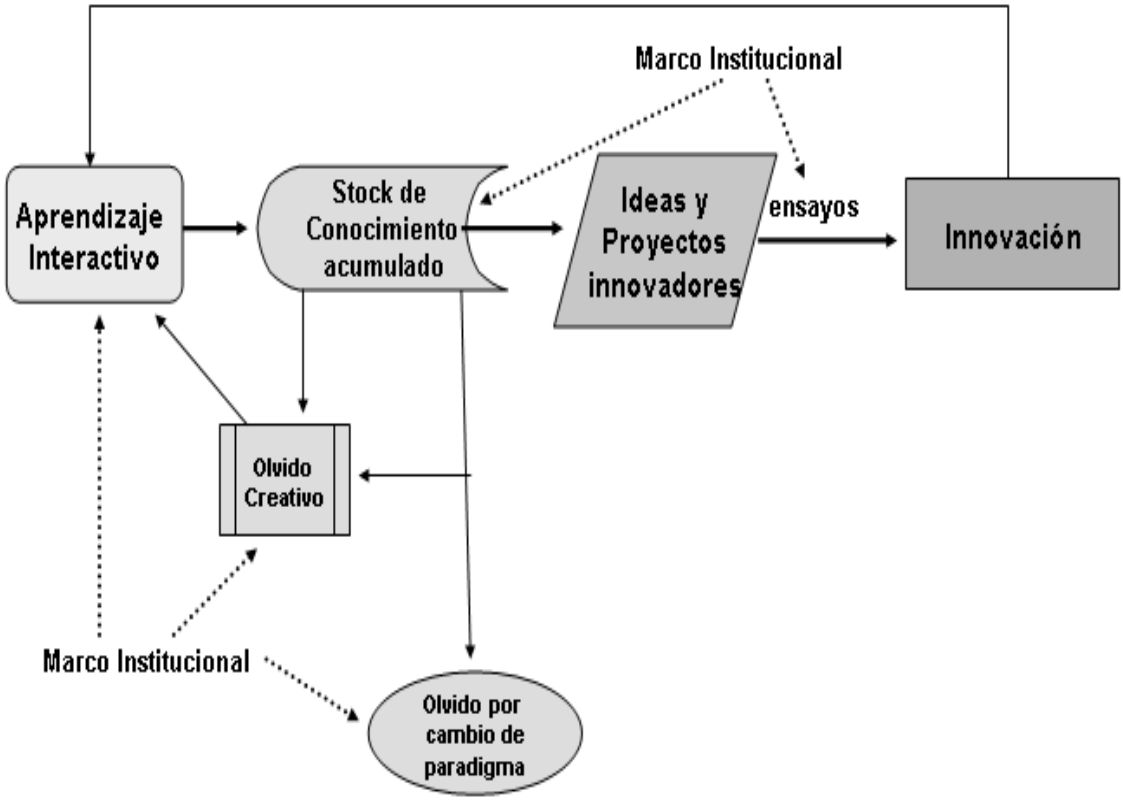
En cuanto al proceso de aprendizaje y su relación directa en la generación de una innovación o cambio técnico, ya sea este de naturaleza radical o incremental, no podemos dejar de aludir, aunque desde un enfoque de crecimiento endógeno, el modelo propuesto por Kenneth Arrow (1962): *learning-by-doing*, en el cual el autor se refiere al proceso de crear y acumular conocimiento en el quehacer de las actividades productivas; y aunque el autor no enfatiza el análisis de su modelo hacia el proceso de aprendizaje en las actividades de I+D, sus estudios han servido de fundamento para el análisis de la innovación tecnológica como un proceso de aprendizaje.

A la vez resaltamos que, desde la naturaleza radical o incremental de la innovación se genera un aprendizaje interactivo, el cual contrapone la visión lineal del proceso de innovación en que, este tal como lo acotamos en el subcapítulo 2.2.1, se enfoca básicamente en las oportunidades proporcionadas por el avance del conocimiento científico o por las actividades formales de los procesos de investigación y desarrollo "*I & D*". En este sentido, y al ratificar el modelo propuesto por Kenneth Arrow en 1962, Lundvall (1992) propone la modalidad del aprender interactuando *learning-by-interacting*, en que su importancia radica en el carácter acumulativo del conocimiento que puede generarse en la organización y traducirse en fortalecimiento de la capacidad tecnológica local.

En esta misma línea, en el sentido de la cooperación para el aprendizaje interactivo, Johnson (1992) propone un esquema de *aprendizaje interactivo* que es la combinación de *learning-by-searching* (o simplemente investigación), consistente en la búsqueda permanente de alternativas a los problemas de innovación, con el propósito de estimularla, y un esquema de *learning-by-exploring*, que emana de las actividades de investigación básica llevadas a cabo por organizaciones académicas o similares dedicadas a la investigación.

Figura 5

Relaciones entre aprendizaje interactivo e innovación



Fuente: Elaborado a partir de Johnson, B. (1992, 34).

Refiriéndose también al aprendizaje interactivo, Johnson (1992) utiliza la metáfora del olvido para ilustrar las situaciones en que, en primer lugar, en el caso de las innovaciones radicales se hace casi imprescindible el "proceso de olvido creativo" *creative-forgetting*[25], como parte cardinal e integral del aprendizaje; en segundo lugar, el proceso de olvido, *per se, just-forgetting*, tiene lugar simple y llanamente como efecto de no aplicar los conocimientos previos (Navarro, 2001).

Asimismo, Johnson propone un esquema de innovación a través del aprendizaje interactivo (figura 5) en que el aprendizaje alimenta el *stock* de conocimiento acumulado útil, pero que tiende a disminuir por las diversas formas de olvido; aunque, como lo acota Lundvall (1999), pese a la obsolescencia tecnológica

[25] Aspecto asimilable con el de destrucción creadora o de mutación industrial, utilizado por Schumpeter para referirse a la innovación, desde una concepción biológica, impulsada por el "empresario innovador" (Schumpeter, 1996).

las organizaciones siempre podrán recurrir al conocimiento viejo o acumulado, esto es, al denominado *know-how*[26].

Del *stock* de conocimiento acumulado surgen las ideas y proyectos innovadores que, tras largos y complejos procesos de ensayos para la búsqueda y selección de alternativas (*learning-by-searching) se* genera la innovación. Esta debe someterse a un mecanismo de realimentación que sirva para animar el próximo proceso de innovación, a través de la alimentación del aprendizaje creativo.

En todo el proceso de generación de la innovación, se advierte la influencia del marco institucional, concebido como el conjunto de rutinas, normas, reglas y leyes que influyen en la manera como se lleva a cabo el aprendizaje interactivo y en el nivel de conocimiento acumulado, en un determinado contexto; como acota Johnson (1992, 27), los elementos institucionales reducen la incertidumbre, pero al mismo tiempo pueden estimular o retardar los flujos económicos y de información y el aprendizaje mismo.

De igual manera, Peter Lane y Michael Lubatkin (1998) tratan el aprendizaje interactivo en el marco de las relaciones interorganizacionales, como: *"learning from network*", en que la fuente de ideas e innovación se puede captar fuera de las fronteras de la organización y se absorbe a través del aprendizaje por el intercambio de nuevas informaciones, conocimientos y competencias, compartidas de manera formal o informal entre los distintos actores organizacionales de la red, generando productos e innovaciones.

Lo anterior, nos lleva a proponer lo siguiente:

***Proposición teórica 2*:** Las relaciones entre actores de la red: Universidad-Empresa, tanto a nivel formal como informal, propician el aprendizaje interactivo y la producción de conocimiento tecnológico, en el marco de proyectos institucionales y de cooperación para la innovación tecnológica.

[26] Lundvall refiere el *Know-How* a la capacidad para hacer algo, a las cualificaciones del recurso humano que desarrolla conocimiento, pero que este "es mantenido dentro de los límites de la empresa individual o del equipo de investigación" (Lundvall, 1999; 18-19).

2.3 Esquema de red interorganizacional para la innovación tecnológica adoptado para la investigación

En el sentido de red interorganizacional, en el mundo occidental, principalmente, y en América Latina, progresivamente, los gobiernos se esfuerzan por consolidar un Sistema Nacional de Innovación, el cual, como lo concibe Freeman (1987), Lundvall (1992) y Metcalfe (1995), es un conjunto o red de prácticas interorganizacionales e interinstitucionales a través de la cual se posibilita el trasvase de ideas, tecnología, conocimientos y profesionales. Aunque para Nelson (1993, 2002), Johnson (1992) y Dosi (1999), las posibilidades de movilidad del conocimiento generado a través de los mecanismos de flujo de profesionales y desarrollo tecnológico, a través de los SNI aún presentan algunas dificultades, en la medida que la amplitud de la noción de nacional no logra relacionar las particularidades de desarrollo de determinadas áreas o zonas, en cuanto a las ventajas de recursos y aspectos culturales y lingüísticos.

Sin embargo, Lundvall (2000) defiende que el alcance de nacional, al ser un concepto amplio y flexible, más bien facilita su aplicación práctica y puede utilizarse como marco o enfoque para organizar el conocimiento y realizar análisis comparativos entre estudios de casos[27] y, en este sentido, Bengt-Äke Lundvall, Christopher Freeman y Michael Porter, entre otros, consideran como fundamental el marco de análisis nacional, en la medida que los estudios de casos entre países muestran grandes diferencias respecto a estructura de actores e instituciones y distintos procedimientos innovadores, que pueden atribuirse a procesos de intervención gubernamental, como también a los aspectos culturales, étnicos y lingüísticos (Lundvall 1992; Edquist 1991; citados en Navarro 2001, 18).

Vale señalar que los distintos actores que posibilitan el trasvase de ideas, tecnología, conocimiento y profesionales, a su vez desarrollan esquemas de

[27] El Sistema Nacional de Innovación como proveedor del entorno innovativo y de los recursos económicos indispensables para fomentar la generación de conocimiento, ha sido objeto de múltiples estudios de casos comparativos entre países y regiones, a través de las investigaciones realizadas por organizaciones como la OECD y la CEPAL, como también por otras organizaciones e instituciones académicas y gubernamentales; las temáticas de investigación giran en torno a las características regionales de estos sistemas, estrategias de intervenciones políticas, estilos de innovación, condicionantes de la innovación, entre otras.

cooperación, en los cuales las organizaciones y las instituciones juegan un papel, de acuerdo con sus funciones; en este sentido, la universidad aporta con la educación y la investigación, el Estado, con la formulación y gestión de políticas públicas en ciencia y tecnología y las organizaciones productivas, con apropiación de conocimiento y generación de posibilidades tecnológicas, bajo un esquema que rompe con el enfoque de linealidad del proceso innovativo.

Capítulo Tres

El enfoque de efectividad en el marco de las relaciones interorganizacionales

Uno de los objetivos del presente capítulo es analizar la conceptualización que tienen los investigadores sobre la eficacia o efectividad, primeramente a nivel organizacional o intraorganizacional y luego a nivel interorganizacional, e identificar un conjunto de categorías que han sido determinadas en las evaluaciones de los estudios empíricos previos, que resulten de interés para la conformación de las dimensiones y variables del modelo de efectividad, para el caso particular de la red interorganizacional de Innovación Tecnológica, como unidad de análisis del estudio empírico, que desarrollaremos más adelante.

Como aporte a la construcción de la noción de efectividad en el ámbito de las organizaciones y de las relaciones entre estas, en general, convenimos en presentar, en primera instancia, una definición consensuada del término en sí, para posteriormente analizar los distintos enfoques que permiten construir una noción definitiva acerca del concepto de efectividad a nivel de redes interorganizacionales.

3.1 La efectividad entendida en el ámbito organizacional

En sentido general o en sentido económico, desde el enfoque de la organización mecanicista (Taylor, 1911), la noción de efectividad organizacional recoge sus orígenes en los conceptos de eficiencia y de eficacia, los cuales en esencia reflejan cualidades o características que van en dirección hacia lo que funciona bien y es pertinente. El vocablo *eficiencia* referido principalmente en términos de la eficiencia técnica (combinación paretiana de factores de producción) y de la eficiencia económica (combinación de factores de eficiencia técnica de mínimo coste) evoca las relaciones de producción de la teoría económica. Desde esta visión,

la eficiencia es definida como la *cualidad de un sistema, mercado u organización en virtud de la cual se produce determinada cantidad de output con el mínimo de input*. El vocablo *eficacia*, (y que generalmente ha sido traducido en la literatura organizacional como *efectividad* por su equivalencia con el término anglosajón *effectiveness*); además, se enfoca hacia la consecución de los objetivos o resultados, es decir, estaría más orientada a *maximizar los resultados provenientes del uso de los factores de producción*. Por tanto, desde una visión microeconómica de la empresa, eficiencia y eficacia resultan en conceptos próximos.

Es así que, Georgopoulos y Tannenbaum (1957) relacionan el concepto de *efectividad* con el de eficiencia económica y de eficacia, describiéndola como el *grado en el cual una organización como sistema social proporciona determinados recursos y medios para cumplir con sus objetivos*.

A partir de esta aclaración, en la presente tesis concebimos el concepto de efectividad como sinónimo de "effectiveness", término que se explicaría, en función de la combinación de eficacia y de eficiencia. En este sentido, Domenech (1996) describe la organización efectiva como aquella en la cual la eficiencia es una condición necesaria, pero no suficiente para sobrevivir y ser competitiva, por lo cual requiere ser a la vez eficaz.

Bajo las premisas anotadas, buscamos resumir y agrupar, de acuerdo con diversas fuentes y bajo criterios bien definidos, las diferentes contribuciones para el estudio de la efectividad a nivel de la organización individual en la relación con su entorno y a nivel de conjunto de organizaciones. Es así que, sin la intención de realizar un estudio demasiado exhaustivo de todas las teorías de la efectividad, haremos reseña de las contribuciones más referidas en la literatura científica, tradicionales y contemporáneas, y que parezcan conducirnos hacia la construcción de un marco teórico para el establecimiento de los criterios que más se ajusten a las dimensiones de efectividad que proponemos en nuestro modelo, desde un enfoque normativo.

Por consiguiente, una de las apreciaciones del concepto de efectividad organizacional más referidas, en la literatura tradicional, suele ser la de Amitai

Etzioni (1975), para quien la efectividad real de una organización específica está determinada por el grado en que realiza sus fines. Esta afirmación se explica a través de los primeros modelos de efectividad, los cuales fueron delineados en función de variables determinadas al interior de la organización, con las cuales los gestores evaluaban el éxito organizacional.

En este marco de gestión, las variables de efectividad más frecuentemente utilizadas como criterios globales de evaluación de la efectividad organizacional, y de acuerdo con los estudios de Campbell (1973), Steers (1975) y Lewin (1986), las podemos detallar, como sigue:

1) *Rendimiento y satisfacción del recurso humano*

2) *Capacidad de adaptación al entorno externo*

3) *Capacidad de integración y equilibrio interno*

4) *Capacidad y gestión en función de objetivos económicos*

Richard Steers (1975) denomina a este conjunto de variables individuales bajo el esquema de "*modelos de efectividad univariable*". La principal crítica sobre este modelo de efectividad es la dificultad de integrar estos criterios o relacionarlos mutuamente para entender el sentido de la efectividad, como constructo, a lo que Boswell (1973) añade que una variable de efectividad por sí misma, es decir, de manera aislada, difícilmente tendrá un efecto determinante sobre el desempeño organizacional.

Desde este ángulo, Steers (1975) añade que el grado en que los modelos pueden ser considerados válidos en distintos grupos de organizaciones, presenta una seria dificultad que es inherente en cada uno de los modelos a la hora de establecer los tipos de criterios de efectividad y esto lo atribuye a ocho tipos de problemas en la investigación sobre efectividad organizacional. En el cuadro 4 enumeramos las principales variables simples de efectividad, más utilizadas en las investigaciones previas y los principales problemas que dificultan su evaluación en términos de universalidad de tales criterios.

Cuadro 4

Criterios primarios de Efectividad Organizacional

<table>
<tr><th colspan="2">Problemas en la medición de la efectividad organizacional</th></tr>
<tr><td colspan="2">1. Validez del constructo
2. Estabilidad de los criterios
3. Perspectiva del tiempo
4. Multiplicidad de criterios
5. Precisión en la medición
6. Generalización de los criterios seleccionados
7. Relevancia teórica
8. Nivel de análisis</td></tr>
<tr><th colspan="2">Variables de efectividad organizacional</th></tr>
<tr><td><u>De Recursos Humanos</u>

Medios:
Cohesión, cultura de grupo, satisfacción en base a atención de necesidades, apertura a las iniciativas, equidad, estabilidad

Fines:
Valoración y desarrollo del recurso humano</td><td><u>De Adaptabilidad al entorno</u>

Medios:
Flexibilidad

Fines:
Adquisición de recursos; Supervivencia; Crecimiento</td></tr>
<tr><td><u>De Integración</u>

Medios:
Información; Comunicación; Gestión

Fines:
Estabilidad / Control</td><td><u>De enfoque en los Objetivos</u>

Medios:
Planeamiento y establecimiento de metas; Seguimiento y Evaluación

Fines:
Productividad y eficiencia</td></tr>
</table>

Fuente: Elaboración a partir de Steers (1975, 1977), Campbell (1977, 36-39) y Lewin (1986, 521-522).

Los modelos que intentan superar estas dificultades se enfocan en medir la efectividad organizacional en términos de la suma de un conjunto de criterios relevantes (Steers, 1975, 1977). Se trata de los denominados "*modelos de efectividad multivariable*", en los cuales se busca probar el relacionamiento entre un importante número de variables que, de manera conjunta, influencian sobre los resultados o el éxito organizacional.

Desde esta perspectiva, de relacionamientos entre variables de efectividad, diversos autores, entre los que cuentan, Georgopoulos; Tannenbaum (1957), Lawrence; Lorsch (1967), Price (1968), Campbell (1977), Pfeffer; Salancik (1978), Conolly et al (1980), Zammuto (1984), Lewin (1986), Lysons (1993), entre otros, han propuesto y estudiado un sinnúmero de variables que se comprenden de manera conjunta para explicar los criterios de la efectividad y que pueden ser aplicados a una variedad de organizaciones.

Bajo esta forma de modelación de la efectividad organizacional, es posible realizar cierto tipo de análisis referido a la comparación entre investigaciones o estudios sobre modelos multivariable y los tipos de criterios de efectividad empleados. Sobre esto, en Steers (1975, 548) se presenta una tipología de los modelos, según el origen o derivación de los criterios de medición de la efectividad y según las bases o razones que determinaron la selección de estos (Steers 1975, 547-550). Es así que, los modelos multivariable de efectividad, bajo esta lupa, pueden clasificarse imparcialmente como:

1. *Normativos* o *prescriptivos,* si intentan especificar las acciones que una organización debe realizar para ser eficaz

2. *Descriptivos,* si intentan resumir las principales características que se hallan en las organizaciones exitosas o eficaces

3. *Deductivos,* si la determinación de los criterios de efectividad obedece principalmente a formulaciones teóricas o de premisas de valor

4. *Inductivos,* si la determinación de los criterios de efectividad se derivan básicamente en la investigación empírica, a través de la cual se sugieren las características de la efectividad

Las investigaciones iniciadas a finales de la década del cincuenta por Georgopoulos y Tannenbaum, primeramente bajo esquemas de corte deductivo, luego han ido afinándose con la aplicación de estudios de casos sobre organizaciones en el campo de la salud, la educación, la religión, los negocios, los laboratorios y centros de investigación y desarrollo, públicos y privados.

El esfuerzo va encaminado hacia clarificar los problemas metodológicos y de definición de la efectividad organizacional, por lo cual, al considerar el marco de modelos normativos, descriptivos y derivaciones inductivas o deductivas de los criterios de evaluación, la efectividad, como constructo, abarcaría el conjunto de características establecidas a ser alcanzadas por la organización.

Desde este punto de vista, Campbell (1977) propone determinar las características de la organización, que realmente se constituyen en vitales a la hora de establecer comparaciones de niveles o grados de efectividad entre organizaciones. Para ello, sugiere estudiar el constructo en términos de la combinación de dos modelos generales, que han sido aplicados en muchos de los estudios de Georgopoulos (1957, 1967), en los cuales el autor combina los enfoques de efectividad organizacional denominados: enfoque "centrado en los objetivos" y enfoque de "sistema natural".

Savoie & Morin (2001) proponen un modelo multivariable o multidimensional de eficacia organizacional con cuatro dimensiones; posteriormente, este modelo es reformulado en cinco dimensiones:

1. *La dimensión económica - paradigma económico o racional, centrado en los objetivos;*

2. *La dimensión sistémica - o sistema natural, con enfoque en la eficiencia de los recursos;*

3. *La dimensión ecológica - enfocada en la población de organizaciones y su capacidad de adaptación individual;*

4. *La dimensión psicosocial - fundamentada en los principios de la justicia social; y*

5. *La dimensión política - enfocada a las demandas, percepciones, valoraciones y al ejercicio del poder, por parte de los actores y grupos sociales de interés.*

A continuación, presentamos, de forma compilada, un resumen de la visión de estos autores sobre los distintos enfoques, paradigmas o dimensiones de la efectividad organizacional, destacando aquellos juicios que resulten relevantes en la construcción de las dimensiones y criterios de efectividad, de carácter normativo y deductivo, que nos hemos propuesto definir en la primera fase de la investigación del estudio que nos ocupa.

En el sentido del enfoque en los objetivos, denominado en la literatura sobre estudios organizacionales como el paradigma "*económico* o *racional*" de la eficacia organizacional, se comprende la planificación y la determinación de los objetivos organizacionales como los medios que permiten aumentar la eficiencia y la productividad. En esta misma línea de pensamiento, en Etzioni (1960, 1975) se pone de manifiesto que las organizaciones establecen sus propios objetivos, entendiéndolos como el conjunto de reglas de decisión que permiten a la dirección medir la actuación de la empresa, así como capitanearla en el logro de sus fines. A su vez, distingue entre objetivos económicos (aquellos destinados a optimizar el proceso *input-throughput-output*) y objetivos no económicos, que resultan de la interacción de los participantes en el establecimiento de los mismos (de seguridad en el trabajo, de ética, de naturaleza social o de servicio a la colectividad).

En la misma dirección, Cyert y March (1965) han señalado que los objetivos en las organizaciones son fijados por sus integrantes, y que además al estar en conflicto entre sí, compitiendo unos con otros por unos recursos escasos, ellos deben establecerse a través de negociaciones y renegociaciones entre sus miembros. En este

sentido, Jean Guiot (1985) remarca que la variedad de objetivos organizacionales, que a la vez provienen de diferentes fuentes internas de la organización, conlleva a que estos resulten de dos tipos: primero destaca los *objetivos oficiales*, como aquellos expresados de manera pública o formal, pero por lo general formulados en términos generales, inclusive pueden ser deliberadamente vagos e imprecisos; según el autor esta característica induce a la legitimación de una amplia gama de actividades para el logro de objetivos o metas; luego, el autor destaca los *objetivos operativos*, que son los medios elegidos en la práctica para alcanzar los objetivos oficiales.

Específicamente, en el sentido de objetivos oficiales y desde una visión positivista, el enfoque de la racionalidad de objetivos, como modelo de efectividad organizacional presenta serias limitaciones; la principal de ellas radica en la casi imposibilidad de comparar el sustrato de las metas organizacionales, esto, debido a la naturaleza con la cual se formulan las metas y los objetivos, es decir, la multiplicidad e incluso el carácter de incompatibilidad entre estos, como suele darse, hacen que la identificación fiable de objetivos comparables y pertinentes sea un verdadero reto para los investigadores de la eficacia organizacional.

Kim Cameron (1983, 1986) concluye, en sus estudios sobre las contradicciones e incompatibilidades que se han presentado en la literatura sobre la efectividad organizacional, hasta esa fecha, que este enfoque realmente aplica en aquellas organizaciones que hayan definido, con plazos y metas operativas muy precisas y mensurables, sus objetivos oficiales; pero, en la práctica gerencial y en la literatura estudiada esta realidad suele presentarse como lo excepcional.

A pesar de ello, el enfoque de objetivos sigue siendo utilizado como un aspecto consistente en la conceptualización de la efectividad organizacional. Desde esta visión racional de objetivos oficiales, operativos y/o económicos, la eficacia o efectividad organizacional se sustenta primordialmente en la estimación de criterios de tipo financiero y se consideran aspectos relacionados con la eficiencia, en la medida que el desempeño de las empresas se basa en esfuerzos de minimización de costos y aumento de la productividad. Estos criterios de efectividad, ligados a la maximización del beneficio o a la maximización del valor de mercado, se

constituyen en el centro de interés de inversores y gestores en la búsqueda de resultados económicos.

En el sentido del enfoque de resultados, Goodman, et al (2001) califica la organización eficaz, dentro de una dimensión económica racional, en la medida en que la organización consigue alcanzar un determinado número de objetivos. En esta misma línea de pensmiento, Peter Drucker (1999) alude la gestión por objetivos como un sistema de gestión que posibilita el alineamiento entre los *objetivos tangibles* y la *visión* de la organización; y advierte la necesidad de poder desarrollar objetivos mensurables, verificables y tangibles, lo cual significa que, las relaciones de causa y efecto entre las acciones y los resultados, como lo señala Cameron (1986), deben estar bien definidas.

En el cuadro 5 presentamos un resumen de los criterios de efectividad que, en base a la teoría estudiada, consideramos representativos de la dimensión racional, como sigue:

Cuadro 5

Paradigma económico o racional de eficacia organizacional

ALCANCE	**RACIONALIDAD**	**CRITERIOS**
Economía	Objetivos oficiales y operativos	• Rentabilidad máxima • Capacidad organizacional para generar cambios o innovaciones tecnológicas • Estabilidad socio-económica

Fuente: Elaborado a partir de Jean Guiot (1985); Kim Cameron (1986).

Es así que, la dirección de las organizaciones se enfrenta a una multiplicidad de objetivos los cuales requerirían una cabal definición: a) objetivo *financiero*, como la rentabilidad máxima o el máximo beneficio, metas perseguidas de forma prioritaria por empresas privadas y de cierto tamaño; b) el objetivo de *crecimiento*

que se materializa en la capacidad organizacional para generar los cambios o innovaciones tecnológicas y organizacionales, por lo cual la empresa pública o privada no solo garantiza la sobrevivencia sino la posibilidad de crecimiento sostenido; en este sentido, resulta indispensable el logro de c) un objetivo de *estabilidad socio-económica y tecnológica* y de *adaptabilidad* respecto al ambiente en el cual viven, como si se tratase de un organismo vivo.

En la base del enfoque o paradigma de sistema natural o dimensión sistémica de la eficacia organizacional, está la visión de "sistema abierto y sus especiales características de adaptabilidad a los cambios del entorno para lograr el equilibrio interno[28]". Asimismo, en el sentido de adaptabilidad, de ambiente externo y de avance tecnológico, este paradigma sistémico, como lo propone Campbell (1977), se enfoca en valorizar las capacidades de flexibilidad, crecimiento e innovación; así como en la capacidad de utilizar y optimizar sus recursos internos para mantener el sistema en un grado de funcionamiento óptimo. Por tanto, bajo este enfoque sistémico, se enfatiza la habilidad que las organizaciones deben desarrollar para hallar (más que para lograr) sus objetivos, y sobrevivir.

Desde mucho antes, Kenneth E. Boulding (1956) ha incluido a las organizaciones dentro de la categorización de los sistemas, considerándolas como sistemas de complejidad superior al sistema humano y como sistemas abiertos; tal complejidad, lleva a la organización a enfatizar las variables que evalúan su capacidad para responder a las necesidades del ambiente externo. En este sentido, se considera a las organizaciones como sujetos que operan para sobrevivir, compitiendo a la vez por unos recursos valiosos y escasos. La supervivencia se convierte en el criterio concluyente de la efectividad organizacional, a través de la evaluación de los procesos organizacionales y según los objetivos propuestos.

En el cuadro 6 presentamos un resumen de estos criterios de efectividad que, en base a la teoría estudiada, consideramos representativos de la dimensión sistémica, como sigue a continuación.

[28] Véase la referencia bibliográfica en la nota 12 del subcapítulo 2.2.

Cuadro 6

Modelo Sistémico de eficacia organizacional

ALCANCE	RACIONALIDAD	CRITERIOS BASE
Sistema abierto	Eficiencia de los recursos	• Adaptabilidad / Flexibilidad • Adquisición - gestión de los recursos • Supervivencia / Crecimiento

Fuente: Elaborado a partir de Boulding (1956), Katz y Kahn (1966), Campbell (1977).

Stephen P. Robbins (1990) destaca que en los sistemas abiertos, los procesos organizacionales incluyen, por lo menos, cuatro componentes principales, denominados, los *inputs*, la operación de transformación o *throughput*, los *outputs* y la retroalimentación o *feedback*. Por tanto, en consonancia con el modelo económico o racional de la eficacia organizacional, expuesto anteriormente, el modelo sistémico abierto, como lo sugieren Daniel Kantz y Robert Kahn (1966), demanda que la organización como sistema posea unos objetivos propios, tanto a corto como a largo plazo.

En este sentido, de marco temporal y a lo largo de los diferentes procesos organizacionales o ciclos: *input - output - feedback*, en el corto plazo la organización debe desarrollar la habilidad o capacidad para obtener los recursos del exterior; entonces, su objetivo inmediato apunta a la captación de recursos y uso racional o eficiente de los mismos; en el largo plazo, la organización debe desarrollar la capacidad de adaptación al medio externo. Es así que, el modelo sistémico de la organización aporta en la definición de eficacia o efectividad organizacional, relacionándola con la capacidad de las organizaciones de adquirir recursos del entorno, de modo que aseguren su supervivencia y crecimiento.

Como anotamos al inicio de este apartado, Sovoie y Morin (2001) proponen un modelo de efectividad organizacional, reformulado, que comprende cinco dimensiones: i) la *dimensión económica, ii) la dimensión sistémica, iii) la dimensión ecológica, iv) la dimensión psicosocial y v) la dimensión política*. La dimensión económica hace referencia al paradigma económico o racional, Asimismo, la *dimensión sistémica* hace referencia al paradigma sistémico de la eficacia organizacional, ambos enfoques los acabamos de describir en los acápites anteriores.

Sin embargo, con respecto a la dimensión sistémica, cabe recalcar el aspecto o carácter socio-técnico que algunos investigadores le atañen, en el sentido que lo ilustra Hughes (Hughes, 1987; Cfr. El subcapítulo 4.2), respecto que los sistemas tecnológicos son escenarios de la simultaneidad entre los aspectos sociales y los aspectos técnicos. De esta manera, el subsistema técnico queda definido por el componente físico y tecnológico de la organización, determinando su eficacia potencial; entre tanto, el subsistema social, que comprende los individuos, las relaciones sociales, y las motivaciones, capacidades y exigencias o necesidades, permite entender el real carácter que la organización posee para ser ciertamente eficaz.

Una vez planteadas estas precisiones, a continuación presentamos las dimensiones, ecológica, psicosocial y política bajo el marco de valoraciones de grupos de interés, tanto a nivel de individuos como de organizaciones:

a) Con respecto a la *dimensión ecológica,* Michael Hannan y John Freeman (1977) se refieren al ambiente externo o entorno de la organización como aquella circunstancia de cambios en los cuales las organizaciones no se adaptan sosegadamente, sino que, por el contrario, tales cambios en el entorno pueden hacerlas desaparecer. Sobre este análisis, los autores proponen, la denominada, *Teoría Ecológica de las Organizaciones*, cuyo

enfoque no es la organización individual, sino un nivel agregado: la población de organizaciones en un contexto dado[29].

Esta teoría supone una gran rigidez y resistencia al cambio en las organizaciones, provocado por factores externos y/o internos, que impiden las transformaciones necesarias. Desde esta perspectiva, la población se define entonces como el conjunto de las organizaciones que se encuentran afectadas por un mismo entorno, y cuya afectación positiva o negativa genera los cambios en la población, en la medida que algunas organizaciones que no sobrevivan al entorno cambiante pueden verse remplazadas por el surgimiento de otras nuevas, que emanan justamente a partir de, y son estimuladas por esas nuevas realidades contextuales.

En el cuadro 7 presentamos un resumen de los criterios de efectividad que, en base a la teoría estudiada, consideramos representativos de la dimensión ecológica.

Cuadro 7

Dimensión Ecológica de la eficacia organizacional

Alcance	Racionalidad	Criterios base
Ecología de las organizaciones	Cambio organizacional	Responsabilidad social Responsabilidad ambiental Competitividad

Fuente: Elaborado a partir de Hannan y Freeman (1977)

En resumen, puede señalarse que el enfoque sistémico, dentro del cual se estudia la dimensión ecológica de las organizaciones, establece como determinantes de la eficacia organizacional, factores relacionados con el medio ambiente, la tecnología, la flexibilidad y la adaptabilidad (Kalliath, et

[29] Sobre el estudio del cambio desde la perspectiva de la diversidad de la población de organizaciones en una sociedad, recomendamos las investigaciones de Hannan y Freeman, en: "Organizational Ecology", *Harvard University Press,* 1989.

al, 1999; Goodman, et al, 2001). Por su parte, Savoie y Morin (2001) advierten que la dimensión sistémica de la eficacia refleja el grado en el cual se asegura la estabilidad y el crecimiento organizacional, y proponen como principales criterios de evaluación de efectividad los referidos a: i) la *mejora permanente de la calidad* de los productos y servicios; ii) la *manutención de la competitividad*; iii) la *satisfacción de los grupos sociales de interés* de la organización; iv) la *responsabilidad social* y v) la *responsabilidad ambiental*.

b) En cuanto a la *dimensión psicosocial*, en los estudios de la eficacia organizacional, Keely (1984), Zammuto (1984), Kalliath (1999) incorporan la perspectiva de "*justicia social*", asociada a los trabajos de investigación de Keeley (1978) y House (1980), citados en Zammuto (1984: 608), como medida del sistema social de valores de las instituciones sociales, en contraste con la medida de efectividad en el análisis organizacional tradicional. La perspectiva de justicia social se trata de un modelo social, con gran énfasis en las personas y en los recursos humanos; al igual que la eficacia desde el ámbito económico, surge como un enfoque hacia dentro de la organización, vista esta como un sistema cerrado.

En el cuadro 8 presentamos un resumen de los criterios de efectividad que, en base a la teoría estudiada, consideramos representativos de la dimensión psicosocial:

Cuadro 8

Dimensión Psicosocial de la eficacia organizacional

ALCANCE	**RACIONALIDAD**	**CRITERIOS BASE**
Justicia social	Valores institucionales	• Clima de trabajo • Cultura de grupo • Salud/seguridad laboral

Fuente: Elaborado a partir de Keeley (1978); House (1980)

La peculiaridad que resaltamos en la perspectiva de justicia social es su fundamentación en los 'principios de la justicia'[30], a través de los cuales, sus autores, intentan proveer los criterios para evaluar la efectividad del desempeño organizacional. Para ello, Keeley (1978) propone, dentro del 'principio de diferencia', considerar una premisa, que denomina de 'insatisfacción mínima', como criterio de efectividad organizacional; el significado de esto es que se puede lograr cierto grado de eficacia en la medida que la organización minimice el nivel de insatisfacción del individuo y del grupo social que se siente más inconforme.

Desde este punto de vista, Zammuto y O'Connor (1992), Kalliath, et al (1999), Goodman, et al (2001) coinciden en destacar que la formación, la cohesión, la cultura de grupo y la motivación son factores cabales para el desarrollo de los recursos humanos. Por consiguiente, como lo describe Gonçalves (2006, 40), citando a esos autores:

> *"la existencia de recursos humanos con formación adecuada, competencias, buenas capacidades de relacionamiento y de trabajo en equipo, asociados a la ausencia de conflictos y una motivación elevada parecen ser factores fundamentales que permiten satisfacer las necesidades de los trabajadores y, por consiguiente, aumentar la eficacia organizacional[31]"*
>
> *Savoie y Morin (2001),*

Es así que, Savoie y Morin (2001), citado en Gonçalves (2006, 40), sugieren que bajo esta dimensión psicosocial, la eficacia organizacional puede ser evaluada mediante los *valores de compromiso*, *aptitud*, *salud y seguridad* de los empleados, *clima laboral* y *desempeño del trabajador*, como criterios de análisis. No obstante, cabe resaltar que, aún de la preminencia del enfoque social de esta perspectiva, en su esencia subyace el criterio racional de la eficiencia económica, marcado por el esfuerzo individual o colectivo del

[30] En su libro: "A Theory of Justice", John Rawls (1971) analiza los dos principios básicos de la justicia: el *principio de libertad* y el *principio de diferencia.* La versión en español de libro puede consultarse en: Rawls, J. (1995): "Teoría de la justicia", *Fondo de Cultura Económica, 2da. Edición,* México, D. F.

[31] Traducción literal de la autora.

personal, en que se valoriza, en última instancia, lo económico sobre lo social.

c) Por último, sobre la *dimensión política* en el ámbito de la organización, vista esta como un sistema abierto, Jeffrey Pfeffer y Gerald Salancik (1978) y Stephen Robbins (1990) sostienen que, aquella es sustancialmente socio-política; en este sentido, los criterios de la efectividad deben orientar a la organización en el ejercicio del poder y en el otorgamiento de la importancia relativa hacia los diferentes tipos de demandas o requerimientos que, simultáneamente, provienen de los grupos internos (estructura organizativa), como también de los grupos sociales externos a la organización (propietarios, asociaciones de empleados, otras organizaciones asociadas, demandas del Estado y de los gobiernos, y de otros grupos sociales relevantes).

De acuerdo con Anne Tsui (1990), el enfoque de grupos mandantes, grupos referentes o grupos sociales de interés (en inglés, '*multiple constituencies'* o '*stakeholders'*), resulta apropiado para todas las entidades sociales que tienen algún tipo de relaciones externas, cuando la efectividad organizacional solo puede medirse significativamente por opiniones personales de algunos grupos referentes y/o donde no existe consenso sobre la importancia relativa de las medidas objetivas de rendimiento.

Desde la visión de Zammuto (1982, 1984), el número de modelos de efectividad puede ser infinito, si se tiene en cuenta que teóricamente los juicios de valor de los grupos referentes, directa o indirectamente afectados por la organización, pueden estar basados en múltiples perspectivas y criterios diversos acerca de lo que consideran como estado deseado de los acuerdos sociales.

Para Savoie y Morin (2001), en la dimensión política de la eficacia organizacional debe destacarse que la acción de los grupos (o coaliciones,

como los denomina Henry Mintzberg, 1997) se da en función de la atención, defensa y sustentación de sus propios intereses y demandas.

En resumen, en la intención de proporcionar elementos de juzgamiento de la efectividad, Savoie y Morin (2001) proponen la definición de ciertos "metacriterios" contingentes, es decir, criterios de inferencia, establecidos por el investigador, de forma situacional, para la organización en estudio.

En el cuadro 9, a continuación, presentamos algunos aspectos, de cada uno de los metacriterios de efectividad que consideramos representativos de la dimensión política:

Cuadro 9

Dimensión Política de la eficacia organizacional

Alcance	Socio-político
Racionalidad	Grupos sociales de interés
Metacriterios	
1. Frente a los grupos internos o externos, y su capacidad de influencia para conseguir satisfacer sus demandas, Pfeffer y Salancik (1978) proponen que la organización genere acciones y resultados aceptables por los diversos grupos u organizaciones que tienen interés en la organización y sus productos. En este sentido, el metacriterio de eficacia apunta hacia la "*satisfacción de los grupos dominantes*", en virtud que estos procuran alcanzar sus objetivos a través de su participación influyente en la organización.	
2. Frente a las demandas de los grupos internos o externos, Savoie-Morin (2001) proponen jerarquizarlos en función de la importancia de estos en la aportación de recursos o realización de acciones, de naturaleza crítica para la sobrevivencia y crecimiento de la organización. De acuerdo con este nivel el metacriterio de eficacia apunta hacia la "*satisfacción de los grupos de interés según su importancia relativa*", en razón del control que estos grupos puedan ejercer sobre los recursos y la realización de tareas especializadas, necesarios para los fines pertinentes.	
3. Basándose en la perspectiva de justicia social (propuesta por Keeley 1984 y Zammuto 1984), referenciada en la dimensión psicosocial, que expusimos en líneas anteriores, puede extraerse como metacriterio, la norma de "*minimización de los perjuicios*", esgrimiendo que la efectividad organizacional puede valorarse en la medida en que el sistema de reglas y normas adoptadas por la organización consiga que las personas reciban de esta lo que necesitan para vivir y desarrollarse, de acuerdo con su capacidad y talento en el tratamiento de las actividades organizacionales.	
4. Como cuarto metacriterio en la dimensión política de la eficacia organizacional, Savoie-Morin (2001), propone la "*legitimación por la supervivencia*" de la organización, tomándose como base teórica la perspectiva evolucionista (Zammuto, 1982), en la cual la percepción de efectividad organizacional, por los grupos de	

interés, se encuentra perturbada por el factor tiempo, en que se producen cambios contextuales; en estas circunstancias, la efectividad organizacional en el largo plazo puede verse alterada ya que, de hecho, las organizaciones operan en un contexto social dinámico.

Fuente: Elaborado a partir de Pfeffer y Salancik (1978); Zammuto (1984); Savoie-Morin (2001).

Sobre esta última dimensión de política, Steers (1977), Pfeffer & Salancik (1978), Connolly, et al (1980), Miles (1980), Zammuto (1982, 1984), Robin (1987), Savoie & Morin (2001), remarcan el carácter de subjetividad de los criterios de la eficacia organizativa que resultan del análisis de los múltiples juicios, percepciones o valoraciones, que los grupos de interés (de importancia relativa) hacen respecto de las actividades, productos y resultados organizacionales en conformidad con sus preferencias e intereses socio-políticos.

3.2 La efectividad entendida a nivel de red interorganizacional

El propósito de este subcapítulo es hallar elementos de categorización de la efectividad de la red en el campo de la innovación tecnológica. Para lograrlo, nos centramos en el análisis de las investigaciones realizadas a partir de los estudios de redes interorganizacionales que direccionan el examen de la efectividad en términos de los resultados a nivel de red entera o total (*network-outcomes*).

En primer lugar, estudiamos los componentes del modelo de efectividad de la red interorganizacional, en el campo de los servicios integrados de salud, propuesto por los investigadores estadounidenses: Keith G. Provan, de la Universidad de Kentucky, y H. Brinton Milward, de la Universidad de Arizona. Sobre la base de este modelo, analizamos los resultados alcanzados por diferentes autores contemporáneos en sus investigaciones sobre la relación entre la estructura o integración de la red interorganizacional y su contexto, y los resultados en el ámbito del desarrollo o adopción de tecnología por redes interorganizacionales, en los sectores de la salud y de la industria química.

En segundo lugar, como parte del estudio de la estructura de la red analizamos diferentes tipos de relacionamientos entre actores (los vínculos y el nivel de conectividad entre los actores). En relación con el contexto, analizamos los criterios en un ambiente de cooperación y de disponibilidad de recursos provenientes del

ambiente externo, y en relación con los mecanismos de integración y coordinación de las actividades a nivel de la red, estudiamos la dimensión sobre centralización/descentralización y de gobernanza de la red (*Network Governance*), desde un enfoque sistémico de la institucionalidad del Sistema Nacional o Regional de Innovación, que rige sobre los resultados a nivel de la red entera

Por último, nos enfocamos en los aspectos de evaluación de la efectividad en el campo de la innovación tecnológica que rescatamos de esas investigaciones, a partir de las cuales erigiremos las dimensiones y los criterios de efectividad que harán parte del modelo de efectividad, de acuerdo con lo propuesto en esta tesis, no sin antes señalar que a lo largo de la indagación documental que realizamos sobre este tópico observamos que en la actualidad aún se carece de suficiente evidencia empírica sobre medidas o factores determinantes de la efectividad en la red universidad-industria-Estado-sociedad sobre el campo de la innovación tecnológica, objeto de estudio de la presente tesis.

3.2.1 Los determinantes de la efectividad a nivel de red entera: Un modelo preliminar de la efectividad de la red

En base a los resultados de los estudios revisados en esta tesis sobre efectividad de la red, se tomó como referencia las dimensiones y los factores del modelo de efectividad propuesto por Keith G. Provan & H. Brinton Milward (1995, 2001) y Keith Provan & Juliann Sebastian (1998), denominado: "Modelo Preliminar de Efectividad de la Red", ya que en la actualidad es el modelo teórico que lidera las investigaciones sobre la efectividad de redes interorganizacionales, a nivel de la red como un todo, y sobre el cual otros investigadores actualmente realizan estudios de validación y refinación de las variables de dicho modelo (por ejemplo, Milward et al 2006, Provan & kenis 2008, Raab & Suijkerbuijk 2009, Turrini et al 2010, Milward et al 2010, Raab et al 2013).

Las bases del Modelo Preliminar de Efectividad, parten de un estudio comparativo de casos que realizaron los autores, en cuatro ciudades de los Estados Unidos de Norteamérica, al sistema de prestación de servicios públicos de salud en el área de pacientes con enfermedades mentales de alta gravedad, colectivamente

atendidos por un conjunto de agencias especializadas, proveedoras de diferentes servicios relacionados: vivienda u hospedaje, transportación, alimentación, cuidados de la salud, tratamientos psiquiátricos, servicios legales, de orientación y de recreación, asistencia familiar y de asesoría presupuestaria, entre otros.

En razón que el bienestar general de las personas se estableció como la meta a alcanzar por el sistema de salud, en las cuatro ciudades del estudio las agencias requerían ser miembros del sistema y operar en red, con el fin de ofrecer sus servicios individuales de forma coordinada e integral. El enfoque adoptado para evaluar la efectividad de la red, a nivel de resultados para el paciente (cliente de los servicios integrados) se basó en la perspectiva de grupos referentes, de interés o "*stakeholders*" (que se trató en el Subcapítulo 3.1, Lit. c); en el estudio, los autores seleccionaron tres tipos claves de grupos de interés (*key stakeholders*): i) los pacientes adultos mayores de 18 años, ii) sus familiares (cuando fuera posible) y iii) los administradores de clientes.

En este sentido, los autores definieron la efectividad a nivel de red como la "variable dependiente" del modelo y, para su caracterización se basaron en el objetivo a alcanzarse: "el bienestar general de los clientes", la más importante prioridad de los *stakeholders* seleccionados en ese estudio; los criterios de medición fueron: i) Calidad de vida, ii) Nivel de satisfacción del cliente, iii) Estado Psiquiátrico y iv) Estado Fisiológico del paciente.

De esta manera, para su estudio la variable: "Efectividad de la Red" fue definida como "*el logro de resultados positivos que normalmente no podrían alcanzarse mediante la actuación independiente de las organizaciones individuales que forman parte de la red*[32]" (Provan & Kenis 2008, 230). En este sentido, se ratifica la opinión predominante de Provan & Milward (2001) en relación a que los grupos interdependientes de dos o más organizaciones que colaboran conscientemente y cooperan unos con otros son más efectivos al brindar un complejo conjunto de servicios comunitarios que cuando las mismas organizaciones lo brindan de forma independiente.

[32] Traducción literal de la autora.

En sí, la investigación buscó revelar la relación entre la efectividad de la red interorganizacional del sistema integrado de salud y, en primer término, la estructura de integración de la red para prestar los servicios de manera coordinada hacia los clientes; luego, el contexto o entorno en que se desenvuelve dicha red. En tal sentido, la "estructura" y el "contexto" de la red son consideradas como variables independientes en el modelo preliminar de efectividad.

En cuanto a la estructura de integración de las redes, cabe señalar que en el estudio se identificaron dos tipos: redes integradas de forma centralizada, por medio de una agencia u organización que administra la red (*Network Administrative Organization* NAO) y redes descentralizadas, con pocos o inexistentes mecanismos de monitoreo y control externos; en este sentido, los resultados en los estudios de Provan & Milward (1995) evidenciaron que:

> "*los sistemas en los que el control fiscal externo por parte del Estado era directo y, en menor medida, no fragmentado, resultaron más eficaces que los sistemas indirectamente controlados en los que la asignación y el control de los fondos estatales se delegó a una autoridad financiera local*"
>
> Provan y Milward (1995, 25)

Sin embargo, Provan & Sebastian (1998) revelan hallazgos del estudio en que, a nivel de subredes (relaciones entre pocas organizaciones que proporcionan la mayor parte de los servicios a los clientes), la integración se basa en normas compartidas y en la confianza mutua, más que en el control externo, creando una estrecha colaboración entre los socios, y asegurando al mismo tiempo mayor eficiencia de funcionamiento a nivel de red entera o total.

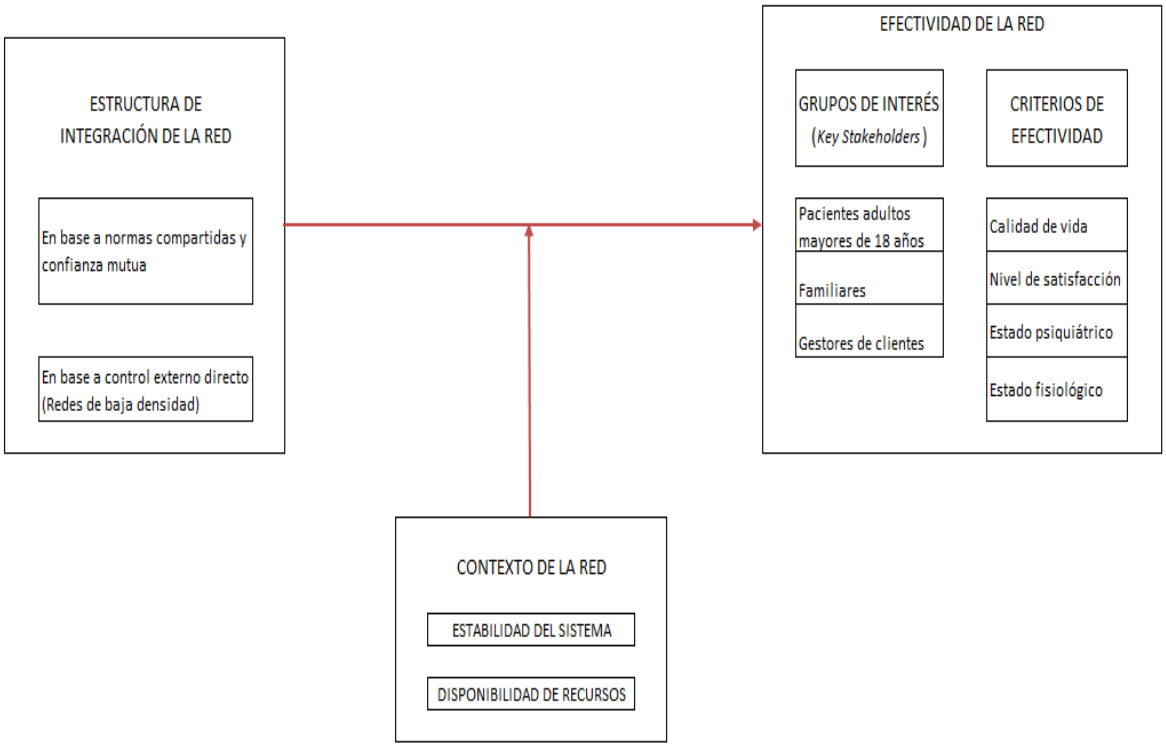
Posteriormente, Provan & Kenis (2008) y Raab & Suijkerbuijk (2009) confirman que en el sector público las redes integradas de forma centralizada

aseguran una mayor eficacia de la red entera, pero solo cuando la densidad[33] de la red es baja.

En lo concerniente a las condiciones del entorno, los resultados del estudio mostraron que cierto nivel de estabilidad del sistema integrado de salud (con ausencia de cambios sustanciales) es una condición necesaria, pero no suficiente, para mejorar la efectividad de la red total (Provan & Milward 1995, 26); en el mismo sentido, los resultados del estudio insinuaron que la escasez de fondos, obviamente limitan el número y la calidad de servicios prestados a los clientes del sistema de salud; sin embargo, aún de esta condición, la eficacia de la red en su conjunto pudo mantenerse en un rango de percepción aceptable.

Figura 6

Modelo Primario de Efectividad de la Red Interorganizacional



Fuente: Elaborado a partir de Provan y Milward (1995, 22-25).

[33] La densidad de la red es una medida de la integración de la red total en el sentido que los niveles de interacción entre los participantes son altos o existe una mayor cantidad de interacciones entre los participantes, lo cual facilita el intercambio de información, la comunicación (por ende, la coordinación) y el desarrollo de la confianza entre los actores de la red (Provan & Milward 1995).

Desde esas consideraciones, el modelo preliminar de efectividad de la red (Véase la figura 6), enfocada en los resultados a nivel de la red entera o total, propuesto por Provan y Milward (1995, 24-25) sugiere que las redes serán efectivas en la medida que operen bajo esquemas de administración centralizada y bajo controles externos no fragmentados; pero, a la vez, la efectividad tiende a incrementarse cuando el sistema alcanza cierto grado de estabilidad y los recursos estén mayormente disponibles.

3.2.2 Tópicos sobre la relación entre la estructura, el contexto y los resultados a nivel de red en ambientes de innovación tecnológica

Como indicamos anteriormente, para efectos de alcanzar el objetivo general de esta tesis, cual es determinar un conjunto de factores sociales y técnicos y la relación entre estos para fortalecer los procesos de innovación tecnológica en las organizaciones, hemos tomado como referente las dimensiones y los factores del modelo preliminar de efectividad de la red propuesto por Keith Provan y H. Brinton Milward (1995), en el cual los autores evidencian que la efectividad de las redes integradas del sistema de salud pública, en Estados Unidos de Norteamérica, depende del tipo de estructura de integración entre las organizaciones o actores del sistema y de las condiciones de estabilidad y de disponibilidad de recursos del ambiente o entorno en que se desenvuelve dicha red.

En este sentido, hemos privilegiado el estudio de la dinámica de las redes interorganizacionales en ambientes de innovación tecnológica, para lo cual hemos analizado los resultados de las investigaciones que algunos autores, como James Goes y Seung Ho Park, han arribado en sus estudios sobre la capacidad innovativa de las organizaciones que operan en red para la prestación de servicios hospitalarios y los hallazgos en las investigaciones de Gautam Ahuja en relación con los esfuerzos de innovación tecnológica en la industria química a nivel internacional.

En cuanto a logros de innovación y cambio tecnológico en las organizaciones que prestan servicios hospitalarios, Goes & Park (1997) proponen una medidas de efectividad en las cuales relacionan la densidad de la red en su conjunto

(enfocándose en los tipos de vinculaciones interorganizacionales) con los resultados (*outcomes*) de las actividades de la red.

La tesis que sostuvieron estos autores para explicar la naturaleza de las actividades en la industria hospitalaria, específicamente en el ámbito de la generación o adopción de innovaciones tecnológicas, apunta a que el desarrollo de ciertos tipos de vínculos entre organizaciones refuerza la capacidad de innovación; a partir de ello, determinaron los efectos de cuatro tipos de vínculos interorganizacionales sobre la innovación en el diseño y la entrega del servicio, que implicaba cambios tecnológicos (Goes & Park 1997, 676-681):

1. V*inculación estructural.* En su estudio, los autores definen la *vinculación estructural* en el sentido de la afiliación de las unidades u organizaciones a un sistema formal que las representa y gobierna y sus hallazgos muestran una importante tasa de innovación de los hospitales afiliados al sistema de multi-hospitales.

2. *Los vínculos administrativos,* estuvieron referidos a las relaciones que se producen por la cogestión en la prestación de servicio; los resultados del estudio mostraron una relación negativa entre dichos enlaces y la adopción de innovaciones en los hospitales de California (Goes y Park 1997, 690).

3. *Vínculos* de tipo *institucional:* Esta variable se mide como el valor total en unidades monetarias o, mejor, las contribuciones financieras importantes efectuadas por asociaciones institucionales o comerciales a miembros de la red o a subgrupos de esta.

4. *Vinculaciones entre organizaciones que comparten o intercambian recursos.* En este sentido, los autores plantearon la hipótesis que los hospitales que pertenecen a una red de servicios de salud tienden a adoptar la innovación en el servicio cuando entre ellos existe un alto nivel de intercambio de recursos

Según esta clasificación, al final de los 10 años que les tomó la investigación realizada en el Estado de California sobre una población de más de 400 hospitales agremiados y especializados en cuidados intensivos, los autores confirman que los vínculos entre organizaciones pueden proporcionar conductos eficientes para el intercambio de capacidades tecnológicas y de conocimiento entre los hospitales, independientemente del tamaño de la organización que opera al interior de, o es parte, del sistema de multihospitales estudiado.

En síntesis, su proposición general descansa sobre la visión que la capacidad innovativa de una organización está influenciada por el desarrollo de los vínculos interorganizacionales, en palabras de Goes & Park (1997, 673): *"los vínculos representan oportunidades para el aprendizaje y el intercambio de recursos en búsqueda de la innovación"*.[34]

A su vez, los vínculos fueron analizados en condiciones diversas tanto del ambiente externo (ubicación de las unidades de servicio hospitalario en zonas urbanizadas, el ingreso medio en dichas zonas y la concentración de hospitales en una misma zona urbana o rural), cuanto del ambiente o contexto organizacional (el tamaño de la unidad de servicio hospitalario, el tipo de propiedad, pública o privada, y el margen operativo o excedentes para la inversión), encontrándose una alta correlación entre la variable dependiente: Innovación en el servicio (innovación como resultado de la red en su conjunto), y el 80% de las variables consideradas independientes: Los vínculos interorganizacionales y las variables del ambiente externo y del contexto organizacional.

En consideración del flujo y la disponibilidad de recursos del ambiente externo, a través de los vínculos interorganizacionales, indispensables en los procesos de innovación tecnológica, proponemos lo siguiente:

Proposición teórica 3*: *Las condiciones del entorno y, en general, el contexto de cooperación e intercambio y aportación de recursos contribuyen de

[34] Traducción de la autora.

manera efectiva en los resultados de la red entera o total en materia de innovación tecnológica.

A partir de la alta correlación entre el resultado de la red y los vínculos y variables del contexto, que se halló en las investigaciones de Goes & Park (1997), a continuación mencionamos los hallazgos en las investigaciones de Gautam Ahuja en relación con los tipos de vínculos directos e indirectos y los resultados sobre los procesos de colaboración interorganizacional.

Es así que, Ahuja (2000) llevó a cabo una investigación sobre un conjunto de casi 100 firmas líderes de la industria química a nivel internacional, para analizar los efectos de la red de relaciones de cada firma o empresa focal, de manera particular, enfocando los resultados a nivel de adopción o generación de innovación tecnológica. Dentro del estudio, estos resultados de innovación fueron tomados como la variable dependiente, medidos por el número de registros de patentes recibidos u obtenidos en un determinado año.

Gautam Ahuja restringió su estudio a las relaciones o vínculos, entre las firmas de la industria química, que implicaban el involucramiento en desarrollos tecnológicos en esa industria. En este entorno encontró que los vínculos de colaboración entre firmas estaban asociados a tres tipos de beneficios de la red interorganizacional. Uno de ellos, se refiere a la compartición del conocimiento tecnológico, al hacerlo asequible para todos los actores en la red. Un segundo beneficio está relacionado con la posibilidad de disfrutar de economías de especialización sin que las organizaciones individuales incurran en las inversiones en infraestructura técnica que requiere el desarrollo tecnológico interno; de esta manera, las organizaciones pueden mejorar su propia base de conocimientos y sus resultados en innovación.

Por último, un tercer efecto positivo de las relaciones de colaboración, que se evidenciaron en el estudio, se relaciona con la potenciación de las economías de escala, que surgen cuando los proyectos más grandes generados en la red producen

significativamente más conocimientos que otros proyectos más pequeños. Los avances técnicos, emprendimientos fallidos, esquemas de resolución de problemas y otras experiencias en el desarrollo de proyectos tecnológicos sirven de conductos informacionales y de conocimientos entre las firmas conectadas (Ahuja 2000, 427-428).

Gautam Ahuja y otros investigadores, como Podolny & Stuart (1995) y Uzzi (1997), en el campo de la innovación como ventaja competitiva, y Powell, Koput & Smith-Doerr (1996), en el campo de los emprendimientos en biotecnologías, entre otros, comparten la visión acerca de los beneficios que la conexión entre firmas genera para una industria, en particular. En este sentido, Ahuja (2000) remarca que la conexión entre firmas se produce a través de tres tipos de vinculaciones a nivel interorganizacional y entre la empresa focal y el conjunto de organizaciones en la red de colaboración:

1. *Los vínculos directos* que la firma consigue mantener con otras organizaciones dentro de la red;

2. *Los vínculos indirectos*[35] que se generan a través de las organizaciones que cooperan con los colaboradores directos de la firma o empresa focal;

3. *El nivel de conectividad o no conectividad* ("*structural holes*" o "*gaps*") que se presenta en la red por el grado en que los colaboradores directos de la organización focal (o los socios de estos colaboradores directos) se encuentren conectados o desconectados entre sí. La desconexión indica que cada actor, desde su posición específica en la red, posee o tiene acceso a diferentes flujos de información respecto de otros actores.

En el estudio se ratifican las hipótesis planteadas por el autor en el sentido que, los vínculos tanto directos como indirectos, de hecho, tienen un impacto positivo en la generación de conocimiento e innovación. Las vinculaciones directas

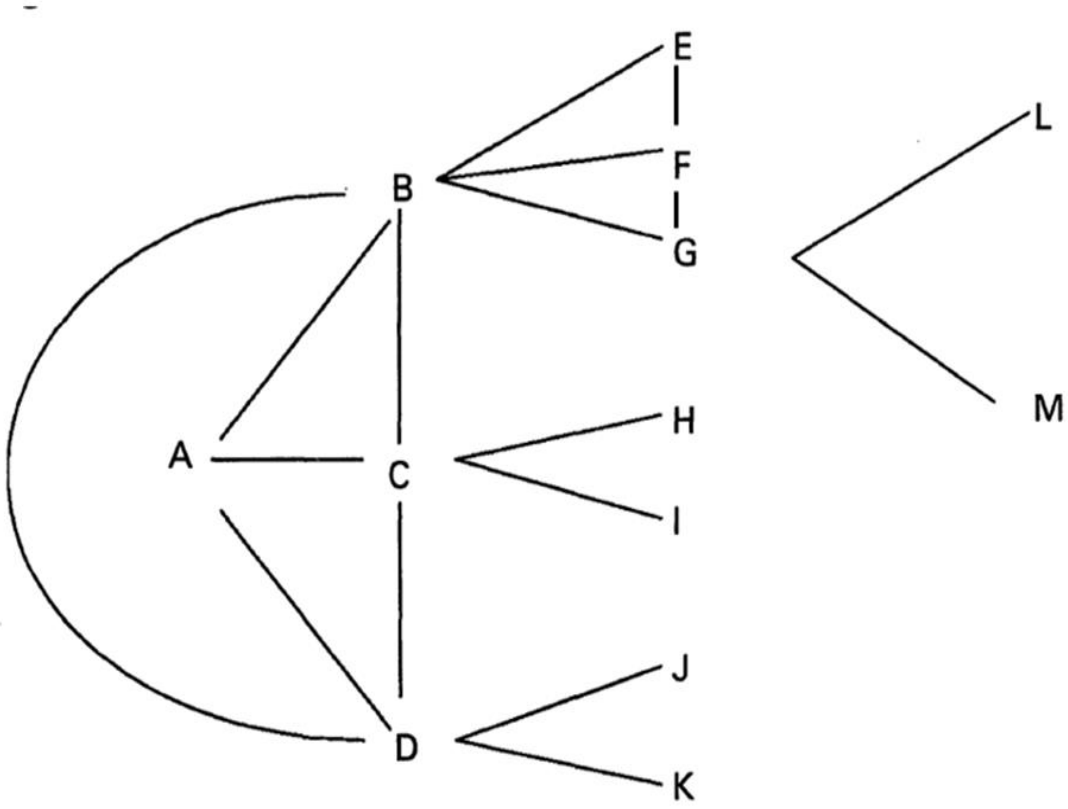
[35] Desde la perspectiva de grupos sociales y su inserción en la sociedad, y de las repercusiones de los vínculos indirectos o débiles sobre la difusión de ideas e innovaciones al interior de las organizaciones, recomendamos consultar: Mark Granovetter (1983): "The Strength of Weak Ties: A Network Theory Revisited", *Sociological Theory, Vol. 1, pp. 201-233.* (http://www.jstor.org/stable/202051)

aseguran un flujo de recursos, en términos de conocimientos, habilidades y activos físicos, así como el intercambio de información, en forma relativamente completa y sin pérdida de integridad.

Por otro lado, los flujos indirectos, aunque no entrañan beneficios formales de intercambio de recursos, pueden proporcionar accesos colaterales a los flujos de conocimiento tecnológico. Los resultados de la investigación ratificaron que el impacto de los vínculos indirectos sobre los resultados innovativos de la organización focal se vería influenciado por el grado de vínculos directos de su red.

Figura 7

Ilustración de la configuración estructural o de integración de una *red cerrada*: vínculos directos, indirectos y nivel de conectividad



Fuente: Adaptado de Ahuja (2000, 428).

A partir de la teoría de redes y la perspectiva de configuración de redes sociales[36] (Wasserman & Faust 1994; Scott 2000), es posible ilustrar la perspectiva de red social cerrada (Véase la figura 7) y el conjunto de vínculos directos e indirectos de la red con respecto a un actor u organización focal.

Es así que, en el esquema de la figura 7 se pueden apreciar el tamaño y grado de conectividad de la red, en que esta es cerrada respecto de la organización focal A, con un total de 6 actores con los que A comparte virtualmente el mismo contenido de información, de forma directa e indirecta (los socios directos de A: B, C, D y los socios directos de B: E, F y G); el tamaño de la red, con respecto a la posición de A comprende un total de 12 actores (3 colaboradores vinculados de forma directa: B, C y D, y 9 de forma indirecta: de la E hasta la M); además, la densidad de la red en su conjunto comprende un total de 17 interacciones o vínculos entre los actores.

De acuerdo con la perspectiva propuesta por Ronald Burt, en las redes sociales cerradas, es decir, aquella red en que los socios o colaboradores directos y, todos o parcialmente, los colaboradores indirectos, se encuentran conectados entre sí, la red expande su círculo cerrado y, de esta manera, se presume que tanto los vínculos directos como indirectos ofrecen el mismo contenido de información hacia el actor u organización focal (Burt[37] 1992, citado por Ahuja 2000, 427); lo cual significa que la información es virtualmente redundante en la medida que es conducida por los mismos actores hacia el actor focal.

En el otro lado, Burt destaca la presencia de lagunas en los flujos de información (*structural holes*) entre los actores vinculados a un mismo actor focal, que no están conectados entre sí; en este sentido, la red es abierta, lo cual significa

[36] El alcance de la presente tesis no cubre el estudio de la red interorganizacional en base al análisis de redes sociales, ya que su principal objetivo es la validación de un conjunto de factores en el marco del Sistema Nacional de Innovación de Colombia y del enfoque del Constructivismo Social en Tecnología, en base a una muestra representativa de relaciones sociotécnicas en el ámbito de la innovación y la tecnología, lo cual sobrepasa el estudio de la estructura de la red de relaciones que se propone en el análisis de redes sociales (Social Network Analysis), en el cual se aplican gráficos de redes e indicadores y métricas de naturaleza descriptiva que miden el grado de conectividad social de la red. Sin embargo, para su revisión, recomendamos consultar: Stanley Waserman; Katherine Faust (1994): "Social Network Analysis. Methods and Applications", *Cambridge University Press*,NY y John Scott (2000): "Social Network Analysis: A Handbook", *SAGE Publications*, Londres.

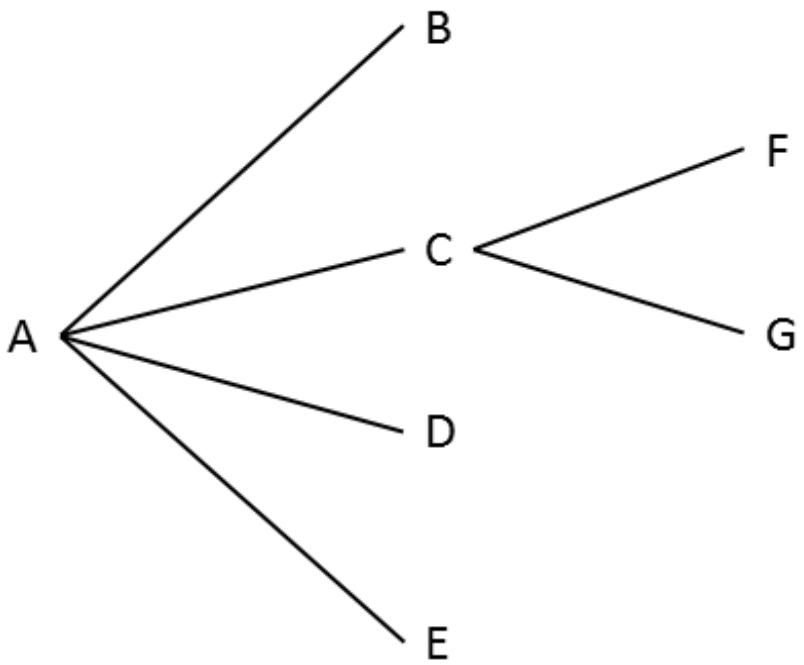
[37] La perspectiva de redes sociales cerradas y de agujeros estructurales en la red puede ampliarse consultando el libro de Ronald S. Burt (1992): "Structural Holes: The Social Structure and Competition", *Harvard University Press*, Cambridge, MA.

que el actor u organización focal puede, además de la información redundante que le llega de los vínculos directos e indirectos conectados entre sí, acceder a muchos flujos de información y de recursos de diversa naturaleza, que poseen o a los que tienen acceso los actores no conectados entre sí dentro de la red del actor focal. Esta situación llevó a suponer que el grado de conectividad (o la falta de ella) entre los actores vinculados directa o indirectamente con la organización focal, es probable que tenga efectos positivos a nivel de la generación de innovación, como resultado de la red en su conjunto (Ahuja 2000).

Por tanto, de acuerdo con la perspectiva de Burt (1992), en la medida que la organización focal configura su red de relaciones, maximizando las brechas de información (los "*structural holes*") o minimizando la redundancia entre los actores conexos, se alcanzaría una red eficiente, rica en información.

Figura 8

Ilustración de la configuración estructural o de integración de una *red abierta*: vínculos directos, indirectos y nivel de conectividad



Fuente: Adaptado de Ahuja (2000, 428).

La forma de ilustrar una red abierta y las conexiones y desconexiones (*structural holes*), a partir de la teoría de redes y la perspectiva de configuración de redes sociales, que mencionamos en líneas anteriores, se aprecia en la figura 8. En este esquema, la organización focal A posee más vínculos directos (las empresas o actores B, C, D y E), pero en menor medida (solamente dos) vínculos indirectos (las empresas o actores F y G), en comparación con los vínculos de A mostrados en la figura 7; adicionalmente, se aprecia que los socios están desconectados entre ellos, creando de esta manera una red abierta con varios *structural holes* (o *gaps*) entre los socios B, C, D y E (Ahuja 2000, 428).

Las hipótesis que se plantearon respecto de las desconexiones o *gaps* en los intercambios o flujos en la red, en relación con los tres beneficios asociados a la red de vínculos de una organización focal, en el estudio de Gautam Ahuja van en el sentido que poseer muchas desconexiones entre los socios, incrementa el acceso a información diversa, lo cual incide en un incremento de las posibilidades de innovación; contrariamente, poseer pocas desconexiones entre los socios incrementa los niveles de confianza y la reducción del oportunismo, los cuales son condiciones indispensables en el intercambio de recursos para la innovación (Ahuja 2000, Sanz 2001, Provan & Fish 2007, Provan & Kenis 2008).

En su investigación, en la industria química, Ahuja (2000) evidenció que el aumento en el número de desconexiones en la red tuvo un efecto negativo sobre los esfuerzos de innovación a nivel de empresa focal; sin embargo, los análisis estadísticos sumados a los análisis de posición de las firmas en la red llevan a señalar que el nivel de influencia de las vinculaciones sobre el resultado de la red en materia de innovación es relativo a su contexto particular o contingente (Powell 1996, Oliver 1990).

En relación con los beneficios que la conexión interorganizacional genera para la red en su conjunto en materia de innovación tecnológica, proponemos lo siguiente:

Proposición teórica 4. *Para entender la dinámica de relacionamientos de la red en su conjunto, que contribuye en la generación de nuevo conocimiento tecnológico e innovación, es preciso identificar las características de su estructura en relación con el grado de conectividad, a la diversidad de los vínculos y a la intensidad de las interacciones.*

En definitiva, los estudios de Gautan Ahuja, en el sentido de los efectos de la red de relaciones de una organización focal, como resultado de los tipos de vinculaciones y el grado de conectividad a nivel de la red total, resultan de gran utilidad en la medida que complementan los análisis realizados por Goes & Park (1997) sobre los tipos de vinculaciones y su influencia sobre la capacidad innovativa de las organizaciones dentro de una red interorganizacional, y en la medida que refuerzan el análisis sobre los esquemas de integración centralizada y de gobernanza de la red (Provan & Milward 2001; Milward, Kenis & Raab 2006; Provan & Kenis 2008; Milward et al 2010).

3.2.3 Gobernabilidad de la red. ¿Cuán efectivos resultan los mecanismos de integración y control de recursos para la innovación?

Como se anotó en el Capítulo 2.1, en muchos de los estudios sobre redes interorganizacionales se reconoce la idea de cierta independencia estructural y de no subordinación de las organizaciones o actores individuales en razón de su posición en la red; por tanto, la coordinación de actividades de los actores a través de diferentes tipos de alianzas, acuerdos cooperativos/colaborativos, relaciones o vínculos interorganizacionales, se asientan, como también lo ratificamos en el subcapítulo 3.2.1, sobre la base de criterios de confianza y de normas compartidas (Powell 1996; O'Toole 1997, Mandell 1999; Barringer & Harrison 2000, Turrini 2010).

Desde esta visión, parecería que los mecanismos de poder y de control tradicionales son difíciles de establecer en el ámbito de las redes interorganizacionales, ya que "*ninguna organización o actor, de forma individual,*

tiene la responsabilidad de los resultados a nivel de red, independientemente de si estos son positivos o negativos" (Milward et al 2006, 205).

Sin embargo, las investigaciones sobre redes interorganizacionales, basadas en estudios de casos, en redes de salud mental, realizadas por H. Brinton Milward (1995, 2010) y sobre conjuntos de organizaciones que operan en redes de servicios públicos de prevención del crimen (safety houses), llevados a cabo por Jörg Raab, Remco S. Mannak y Bart Cambré, en Holanda (2013), muestran que es necesario aplicar alguna forma de control, ya sea en base a acuerdos formales contractuales (en las relaciones bilaterales o *dyadic relationships*) o a regulaciones institucionales o, de manera informal, en base a la confianza o normas compartidas, para coordinar las actividades de la red y garantizar que se logren los objetivos a nivel de organización individual a la vez que se alcancen las metas a nivel de red (Milward et al 2006).

En este sentido, cabe destacar la incorporación de la dimensión "gobernanza de la red" (*network governance*)[38], en los estudios sobre efectividad de las redes interorganizacionales, que se refiere a la forma como las redes se autogobiernan o responden a un grado de centralización/descentralización en la coordinación y control de las actividades intra-red.

Desde un punto de vista tradicional, la noción de gobernanza (*governance*) apunta hacia el papel de los consejos de administración que representan y protegen los intereses de los accionistas o miembros de la comunidad o de otros grupos políticamente importantes; pero, al ser las redes entidades no necesariamente de carácter jurídico formal, tal es el caso de las redes esporádicas o a nivel de la red completa o total, (nivel que tradicionalmente se ha considerado por encima de cualquier modo de gobierno) el imperativo de gobernanza, como tal, no está presente.

[38] Entre los estudios recientes que han incorporado la dimensión de gobernanza, como una característica estructural o de integración de la red, están los de H. Brinton Milward et al (2010) en redes de salud mental y los de Jörg Raab et al (2009-2013). En la publicación de Alex Turrini (2010) se presenta un esquema general de la efectividad de la red en la cual se incorporan los criterios del funcionamiento de la red, los tipos de gobernanza y el grado de coordinación y control de las actividades intra-red (Turrini et al 2010, Figure 2, página 546).

Sin embargo, bajo la perspectiva de un sistema formal, compuesto por tres o más organizaciones autonómicas, es necesaria una cierta forma de gobierno para garantizar que los actores se involucren en la acción colectiva y de apoyo mutuo, se gestione el conflicto y se proporcionen dirección y apoyo en la utilización eficiente de los recursos adquiridos para la red (Provan & Kenis 2008).

En resumidas cuentas, el modelo preliminar de efectividad de la red (Provan & Milward 1995), tal como lo anotamos en el subcapítulo 3.2.1, contempla el esquema de dos tipos de gobernanza: i) en el sentido de su estructura de integración, en base a normas compartidas y ii) en el sentido del control externo, a través de la acción directa de una agencia NAO (Cfr. Subcapítulo 3.2.1) que se crea con el fin de administrar e influir en el desempeño de la red en su conjunto.

En los ambientes de red en que se comparte el conocimiento tecnológico y se presume un nivel importante de conectividad en los procesos de innovación tecnológica, el desarrollo de la confianza y el entendimiento y comprensión de valores y normas de la actividad conjunta resultan en una alternativa sobre el esquema de gobernanza u otros mecanismos de control formales. Provan & Kenis (2008) atribuyen este comportamiento a un tipo de mecanismo de control, que es propio del esquema de trabajo en red, el cual se basa en la "construcción de la reputación del grupo" (Milward et al 2006, 205-206), en que lograr un alto nivel de reputación actúa como controlador del comportamiento colectivo, con lo cual se logra reducir el oportunismo en la apropiación o mal uso del conocimiento tecnológico generado en la red.

Estas consideraciones nos llevan a proponer lo siguiente:

> ***Proposición teórica 5****. Para generar la capacidad de integración de la red en su conjunto, dentro de un sistema formal, que contribuya en la generación de nuevo conocimiento tecnológico e innovación, es preciso desarrollar mecanismos de coordinación y control colectivo que respondan a cierto grado de centralización/descentralización, mientras se genera la confianza, el compromiso y la reputación de las relaciones intra-red.*

3.3 Aspectos del enfoque de efectividad de la red en el campo de la innovación tecnológica a abordar en la investigación

Hasta aquí está claro que, la noción de efectividad que se proyecta en la presente tesis, está animada por un conjunto de relaciones e interrelaciones en el ámbito de la política científica y tecnológica que influye en los esquemas de relacionamientos entre actores de organizaciones públicas y privadas e instituciones de investigación en la generación de nuevo conocimiento tecnológico e innovación.

En este transitar, el presente capítulo se inició con la revisión del concepto de efectividad en el ámbito de la organización individual; sobre esta esfera, rescatamos el análisis en la dimensión política del modelo multivariable, por su alcance socio-político y en el sentido de la valoración e importancia relativa de los grupos de interés en relación a los resultados de la red total (*network outcomes*) en materia de generación de conocimiento y desarrollo tecnológico e innovación.

Desde esta mirada, los estudios de Provan et al (1995-2003-2007) y de Goes & Park (1997) enfatizan que los resultados de la red en su conjunto, en materia de innovación tecnológica, dependen o están influenciados por los tipos de vinculaciones o aspectos que conforman su estructura y por las condiciones de su entorno inmediato; esto, adquiere sentido para la presente tesis por revelar la dinámica de relacionamientos o vinculaciones que manan en los intersticios de la relación entre universidad-Estado, entre empresa-universidad y entre empresa-universidad-Estado-sociedad, en que la intensidad y calidad de dichas relaciones y la disponibilidad de recursos resultan cruciales ante el velo de incertidumbre sobre el éxito o el fracaso que envuelve todo proceso de innovación.

Bajo el esquema de Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTeI) de Colombia, específicamente, en el marco de los esquemas de grupos de investigación académicos, sobre los cuales hemos enfocado el terreno de la investigación empírica de esta tesis (Véase el capítulo Seis), tomamos la visión de Provan & Kenis (2008) en el sentido que, en un sistema formal la evaluación de la

efectividad de la red, como un todo, debe tomarse como la unidad de análisis sobre la cual evaluar el alcance de los resultados previstos, apuntando el estudio hacia los aspectos estructurales (relaciones reticulares), que debe necesariamente incluir, además de los aspectos relacionados con el nivel de densidad de la red, es decir, los tipos de relaciones, la multiplicidad y la solidez de las vinculaciones y el grado de conectividad entre actores (como también proponen Ahuja y Goes & Park, anteriormente citados), y los aspectos relacionados con el grado o nivel de gobernanza de la red, la cual se orienta hacia las formas de coordinación o integración y control de las actividades intra-red.

Finalmente, nos motiva el hecho que al centrar nuestro análisis en la relación entre la estructura e integración de la red, el contexto y los resultados a nivel de red entera, como lo remarcan Provan y Milward (1995-2003), esta investigación cruza las fronteras de las perspectivas tradicionales de la teoría de la organización, particularmente la teoría de la economía de los costos de transacción y la teoría sobre la dependencia de recursos; de igual manera, se supera el estudio tradicional de la red, sus métodos de análisis y resultados estructurales, por cuanto en el estudio de redes interorganizacionales el enfoque en la evaluación de su efectividad descansa en la generación de una teoría derivada inductivamente de la eficacia de la red, que busca estimular la investigación sobre un tema que ha generado un gran interés para los estudiosos de la organización, profesionales y responsables políticos.

Capítulo Cuatro

La visión del constructivismo social en tecnología y la efectividad de los procesos de traducción

La finalidad de este capítulo es iluminar el análisis de las relaciones interorganizacionales que surgen en los procesos de generación de una innovación tecnológica de producto o de proceso, en el marco de asociaciones dentro de un "*colectivo*[39]*" híbrido*. En este sentido, la visión del constructivismo social en tecnología se presenta como el enfoque que privilegia el estudio de la forma en que los individuos y los grupos se asocian, participan e interpretan la realidad científica o tecnológica en un proceso dinámico de construcción social de esa realidad.

En primer lugar, a manera de ilustración referiremos brevemente los tres enfoques que comprende el esquema general del constructivismo social en el marco de la escuela de la sociología de la tecnología; luego, describiremos algunos aspectos de la *teoría del actor-red* (Latour 1986, 1987, 2008; Callon 1986, 1995; Law 1987, 1992)*;* seguidamente, describiremos los elementos del enfoque de la "sociología de la traducción" *(Sociology of translation)* (Latour 1987; Law 1988, 1992; Callon 1986, 1995), como marco para describir el proceso de configuración de la red, bajo la noción de *red sociotécnica*, es decir, aquella red construida por las conexiones mutuas entre los individuos y los objetos[40] organizacionales, de la ciencia y de la tecnología, durante un determinado período (Callon 1998).

[39] Bruno Latour, conviene en denominar la sociedad como "colectivo", compuesto este de un ensamble de entidades humanas y materiales; esto es, en el sentido de analizar en forma simétrica los elementos técnicos, políticos y organizacionales con respecto al elemento de naturaleza humana en las investigaciones relacionadas con los hechos científicos y tecnológicos (Latour 2008).

[40] AL hablar de "*los objetos",* la teoría del actor-red se refiere a los elementos no humanos que deben incorporarse como parte del colectivo de las asociaciones que va construyendo la red de actores; es así que, los objetos comprenderían tanto los elementos de carácter técnico (*materiales, prototipos, artefactos técnicos, equipos, dispositivos, procesos técnicos*) como los relacionados con los aspectos organizacionales (*documentos, equipos, políticas, regulaciones y demás aspectos institucionales y organizacionales*).

Finalmente, tomaremos los elementos del enfoque de la eficacia en los procesos de construcción de relaciones en la producción de un artefacto tecnológico, que nos lo proporciona el marco *constructivista social* (Bijker y Trevor 1989), adaptándolo al enfoque de la teoría del actor-red, considerando que esta red se construye en medio de un entramado de relacionamientos híbridos, de tipo social y vínculos o relaciones de tipo físico, como lo denomina Latour (2008, 115-116) un "colectivo o proyecto de ensamble" entre humanos y entre objetos (conectados a los humanos), especialmente cuando se trata de la construcción de relaciones y las actividades que los actores de la red llevan a cabo para la generación de un "hecho científico", que para nuestro estudio lo trocamos en "innovación tecnológica".

De esta manera, el modelo de efectividad de la red sociotécnica interorganizacional para la innovación tecnológica que proponemos en la tesis se compone no solo de "*materia social"*, sino de otros tipos de entidades materiales u objetos, en la medida que estos se vuelvan evaluables con los vínculos sociales en un determinado contexto.

4.1 Una aproximación a los enfoques del esquema general del constructivismo social en tecnología

Empezamos este subcapítulo, remarcando que la premisa básica del constructivismo social sostiene que la realidad no es única e irrefutable, sino que se construye socialmente a través de un proceso dinámico de actuación e interpretación del mundo. En este sentido, la construcción del conocimiento científico y tecnológico depende del contexto social en el cual se desarrolla y obedece a los procesos en que los individuos y los grupos interpretan y perciben la realidad científica (Bijker et al 1987; Latour & Woolgar 1995).

El constructivismo social en el ámbito de la tecnología se encuentra conformado por tres modelos, claramente relacionados, que enfatizan el estudio de la escuela de la sociología de la tecnología: *i)* el *enfoque de sistema socio-técnico* (desarrollado principalmente por el historiador de la tecnología Thomas Hughes), *ii)* el *enfoque del actor-red* (desarrollado principalmente por Bruno Latour, Michel Callon y John Law) y *iii)* el *enfoque constructivista social* (desarrollado inicialmente

por los trabajos de Wiebe Bijker y Trevor Pinch); el tema común que relaciona estos tres enfoques, sin duda es el análisis de los procesos de construcción de los objetos tecnológicos en relación con la forma cómo estos procesos y artefactos son interpretados y adoptados por los actores sociales, en distintas circunstancias.

Como campo de investigación, la escuela de la Sociología de la tecnología es relativamente nueva en el ámbito general de la Sociología; los primeros trabajos representativos aparecen a inicios de 1980 y el primer encuentro internacional se celebró en la Universidad de Twente (Países Bajos), en julio de 1984; la obra emblemática de los autores, Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes y Trevor Pinch: *The Social Cosntruction of Technological Systems*, publicada en 1987 por el MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), literalmente es una recopilación de las principales ponencias de dicho encuentro.

Uno de los principales frentes de la sociología de la tecnología es su oposición radical a la tesis del determinismo tecnológico; ya que, de alguna manera, esta tesis se encuentra entroncada con el modelo lineal del desarrollo tecnológico e innovación (Cfr. Subcapítulo 2.2.1). Las distintas vertientes del determinismo tecnológico, desde uno de los frentes, defiende que la tecnología sigue su propio curso, es decir, es autónoma, marginal a la intervención humana o social; otro frente patrocina que el cambio social se halla determinado por el cambio tecnológico, esto es, "los cambios tecnológicos son la fuente más importante de cambios sociales" (Aibar 1996, 144).

En este sentido, el enfoque constructivista social bajo la escuela de la sociología de la tecnología, desafía a su vez esta oposición afirmando que la tecnología se halla configurada por fuerzas sociales de distinto nivel. La interpretación de esta tesis conminó a los autores del encuentro internacional en Twente a considerar, en muchos de sus trabajos, que no solo la tecnología produce efectos en la sociedad, sino que a su vez los factores sociales configuran significativamente el desarrollo y la implementación de una tecnología determinada (Bijker, Hughes y Pinch 1987).

El concepto de sistema tecnológico introducido por Thomas Hughes aporta al debate constructivista social, ya que bajo ese concepto se comprende un conjunto de artefactos o "*componentes difusos, complejos y heterogéneos*" (Hughes 1987, 51), tales componentes son: los recursos naturales y las innovaciones de carácter técnico (artefactos técnicos), pero también, las organizaciones (empresas de manufactura, compañías de servicio público y Bancos de inversión) y otros artefactos legislativos (como las leyes), que interactúan con el elemento social: científicos, ingenieros, gerentes, trabajadores, inventores, industriales y financieros en la resolución de problemas sociales y técnicos (Hughes 1983, 1987).

Al tomar como unidad de análisis el sistema tecnológico basado en el desarrollo de la tecnología del sector energético de una compañía norteamericana de los años 20, la Cía. EBASCO (Electric Bond & Share Company), Hughes (1987) introduce el concepto de "*momentum* o impulso tecnológico" para explicar cómo lo social y lo técnico se interrelacionan en los sistemas tecnológicos; así, en las fases de iniciación de los sistemas tecnológicos, el entorno va configurando sus componentes, es decir, los grupos sociales o de interés definen los artefactos y les dan significado antes que el sistema, como tal, haya incorporado elementos de carácter político-legal y económico; a partir de entonces, el sistema, más maduro, configura la sociedad; es decir, los sistemas tecnológicos pasan por momentums o impulsos, lo que significa no que los sistemas se vuelvan autónomos, como lo advierte el determinismo tecnológico, sino que a lo largo del tiempo los sistemas tecnológicos evolucionan, esto es, el sistema configura la sociedad y a la vez es configurado por esta (Hughes 1987, 76-80).

Es así que, el concepto de "*sistema socio-técnico*", responde a una metáfora introducida por Thomas Hughes (1987, 80) para ilustrar el carácter heterogéneo de la construcción de sistemas tecnológicos: la coordinación permanente de los componentes físicos y técnicos, organizativos y sociales, y la afectación, en ciertos momentums o "*impulsos tecnológicos*" del sistema, por factores estructurales y por eventos contingentes".

La idea de lo socio-técnico y de construcción de sistemas también ha sido planteada por la teoría del actor-red, en el sentido que en los procesos de

construcción de redes sociotécnicas se requiere interesar y enrolar (Callon 1987) a actores diversos y a los elementos técnicos y organizacionales (como se indicó al inicio de este capítulo, "los objetos") que apoyen los procesos científicos y tecnológicos. A continuación, ampliamos estas visiones en el marco de la teoría del Actor-red.

4.2 Procesos de "traducción" en la red sociotécnica: Intermediación, Convergencia e Innovación

Uno de los enfoques originarios de los estudios de la ciencia y la tecnología, que ha resultado útil en la investigación cualitativa de situaciones que implican innovación tecnológica es la *teoría del actor-red* (Actor Network Theory - ANT). Este enfoque se originó en el campo de la sociología de la ciencia, a partir de estudios desarrollados por Bruno Latour y Michel Callon, en Francia, y John Law, en Inglaterra.

Bruno Latour (2007) propone, a partir del principio de Simetría[41]de David Bloor, una extensión del mismo, concibiendo un principio de *Simetría Generalizada*, en el que sostiene que tanto el error como el acierto en el campo científico y tecnológico deben ser simétricamente estudiados, desde la naturaleza y desde la sociedad; lo que evidencia en este modelo teórico la hipótesis de una apertura de las ciencias sociales a los objetos. En este sentido, Bruno Latour enfatiza que: *"Para la metafísica……. en verdad hay un abismo entre la naturaleza y la sociedad, pero ese abismo no es más que un resultado tardío de la estabilización"* (Latour 2007, 130).

En sí, lo advierte Latour, la *Simetría Generalizada* hace alusión no a que las entidades humanas y materiales sean idénticas, sino que en sus indagaciones sobre hechos científicos los investigadores deben comprender que: "Ser simétrico …..

[41] El clásico principio de *Simetría* enunciado por Bloor (1973) en su "Programa Fuerte", en la sociología del conocimiento, y luego en su obra "Knowledge and Social Imagery" (1976) en que se incluyen los principios de causalidad, imparcialidad, simetría y reflexividad (Domenech y Tirado, 1998, Eds.: "Sociologia Simétrica. Ensayos sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad"), todos ellos explicativos sociológicos para el análisis del conocimiento científico¸ corresponde al supuesto básico aplicado al concepto de "*verdad*" para los hechos científicos. Los científicos toman el conjunto de hechos naturales como un modelo de la verdad; una declaración es una verdad solo si se corresponde con los hechos; un modelo debe por fuerza corresponder a la realidad (Bunge, Mario, 1998, "La Ciencia, su Método y Filosofía").

significa no imponer a priori una *asimetría* espuria entre la acción humana intencional *mediada* por un mundo material de relaciones causales" (Latour 2008, 113).

Es así que, para otorgar un mismo sentido a los actores humanos y a los objetos la ANT se basa en tres principios: el *Agnosticismo*, la *Asociación libre* y la *Simetría generalizada* (Callon, 1995). El agnosticismo propende por una imparcialidad analítica para todos los actores involucrados en la actividad o proyecto estudiado, sin distinción de su naturaleza humana o de aspecto social y técnico; el principio de asociación libre requiere que se elimine todo tipo de distinciones a priori entre lo tecnológico o natural y lo social (Callon, 1986, Singleton y Michael, 1993).

Por último, la simetría generalizada, advierte Latour (2008, 113), en definitiva, no pretende privilegiar la "*materia objetiva en oposición al lenguaje, los símbolos, valores o los sentimientos subjetivos*"; la simetría generalizada, como se indicó previamente, consiste en explicar los puntos de vista en conflicto entre los actores, en los mismos términos, mediante la utilización de un vocabulario abstracto y neutral que funcione de la misma manera para los diversos tipos de actores.

En sí, el *constructivismo social en tecnología* aporta variadas herramientas para comprender y analizar procesos de generación de innovación tecnológica, desde los enfoques de *red sociotécnica* (Callon 1986) y de *red tecno-económica* (Callon 2001). Es así que, la *teoría del actor-red* permite comprender cómo los actores mundo interactúan para construir redes heterogéneas fuertes o débiles mediante "procesos de traducción" (enfoque de *translation*) para lograr, como actores-red, transformar una idea en innovación, a través de la intermediación y la convergencia; el enfoque *constructivista social en tecnología* aporta con el análisis de la eficacia de los procesos de construcción y adopción o uso de artefactos tecnológicos, desde el enfoque de *flexibilidad interpretativa*; en los subcapítulos siguientes ampliamos ambos enfoques.

Cercana a esta concepción de red, de actores humanos o sociales y de objetos y de asociaciones: *intermediaciones* y *convergencias*, es que hemos desarrollado esta tesis, cuyo objetivo final es la comprensión de la dinámica de innovación tecnológica

como un proceso, intrínsecamente, social; dinámica que producen las decisiones en torno al éxito o fracaso del proceso de innovación tecnológica; lo cual provoca que la estabilidad de la red no esté garantizada, pues la incertidumbre sobre los resultados innovativos "*moviliza aliados e intereses*" y "*redefine roles de actores y de intermediarios*". En los subcapítulos siguientes ampliamos estas nociones.

4.2.1 Los procesos de relacionamientos de la red de innovación tecnológica: de actor-mundo a actor-red

La noción de *actor-red*, a diferencia de la noción de *actor tradicional*[42], constituye una categoría de la sociología, compuesta por entidades naturales (los objetos) y sociales (los individuos o grupos), con una capacidad de asociarse y conectarse entre sí mediante una red o estructura, a través de la cual, en distintos momentos y contextos diversos, pueden redefinirse sus identidades, la "*mediación o intermediación*"[43] entre ellos y las relaciones mutuas (Callon 1998, 155-161); en este sentido, la red es sociotécnica.

Inicialmente, la red sociotécnica es un "actor mundo", es decir, una red proyectada que se va conformando a medida que se van asociando a los proyectos entidades heterogéneas (personas y objetos); los individuos o grupos van visualizando las relaciones mutuas que deben constituir durante el tiempo que se requiera para consolidar la red y de esta manera alcanzar sus propósitos; esta dinámica de relaciones mutuas y de conexiones efectivas transforma el entramado en un "actor-red", cuando la red, en su conjunto, es más fuerte que sus partes aisladas (Callon 1995, Pérez y Vinck 2009).

No debe obviarse, sin embargo, que la creación de lazos o relaciones y la capacidad de asociar entidades heterogéneas entre sí, implican un cierto grado o cierta capacidad de determinados actores, en virtud de su posición en la red, de

[42] Como lo señala Callon (1998, 156), la noción del actor tradicional comprende una categoría social simple de la sociología, compuesta exclusivamente de individuos o grupos de ellos.
[43] La *mediación/intermediación* se refiere al involucramiento de objetos y de otros entes sociales en las interacciones entre actores (Law 1992) por las actividades y acciones que se llevan a cabo dentro de una red sociotécnica; significa esto, que los intermediarios, además de los objetos, son también las personas, actores o grupos sociales (Callon 1986, 2002a, 2002b; Law 1986).

controlar o imponerse sobre otros o de cerrar el acceso a otros eventos, lo que da paso a situaciones o relaciones de poder (Aibar 1996); no obstante, para el análisis de la red sociotécnica, la posición de sus actores en la red no tiene, necesariamente, que ser explicada por su poder, pues la asociación en el actor-red es un agrupamiento voluntario de actores y, como lo dijimos anteriormente, también es voluntaria la mediación entre ellos.

En el campo de la tecnología y la innovación, Michel Callon aporta con el enfoque de "*red tecno-económica*". Desde este enfoque, el agrupamiento voluntario de actores (los humanos y los objetos) participa, a través de las acciones de los intermediarios, en la concepción, desarrollo, hasta la transferencia tecnológica y el uso o consumo de los bienes y servicios producidos. Desde una visión económica, los resultados de la innovación tecnológica: Productos y procesos nuevos o mejorados, intermedian la relación entre productores y agentes del mercado de cosumidores.

La acción del actor-red, entonces, en que se definen y redefinen roles en la red tecno-económica, a la vez se imputa un conjunto de intermediarios, los cuales Michel Callon (2001, 89-95) los distingue bajo cuatro categorías: i) los textos científicos o "inscripciones literarias" de todo tipo: artículos, libros, patentes, notas acreditadas; ii) los artefactos técnicos (los "no humanos"): instrumentos científicos, máquinas y equipos, bienes físicos o de servicios, que son entidades que aportan a la red a través de la realización de sus funciones y tareas; iii) los actores, personas o grupos que aportan a la red sus conocimientos y habilidades; iv) los flujos de dinero que soportan las investigaciones científicas y las innovaciones tecnológicas.

Como acabamos de señalar, en el campo de la innovación tecnológica lo fundamental en la ANT está en comprender cómo los actores-mundo interactúan para construir redes heterogéneas fuertes o débiles, mediante un proceso social de continuas negociaciones de alineamiento de intereses, formando alianzas y canalizando recursos para lograr, como actores-red, transformar una idea en una innovación, a través de procesos colectivos de intermediación y de convergencias.

4.2.2 Procesos de traducción: Intermediación y convergencia en la generación de innovación tecnológica

Desde la visión de red sociotécnica y de red tecno-económica, en el campo de la innovación se busca generar cierto grado de convergencia en la trama de actores heterogéneos que permita la colaboración en las actividades de concepción, desarrollo y transferencia tecnológica. En este sentido, la noción de convergencia está asociada al grado de acuerdo que resulta de una serie de ordenamientos y alineamientos que se produce a través de las acciones de los intermediarios (Callon 2001).

Este aspecto constituye el punto central del enfoque denominado *Sociology of translation*, literalmente expresado como "Sociología de la traducción" (Callon 1995, Law 1992); está relacionado con el estudio de los mecanismos de construcción de relaciones. En este sentido, Latour (1987, 2008), Callon (1986, 1995, 1998) y Law (1992) sostienen que a través de los procesos de traducción (Sociology of translation) es que "….. el mundo se estabiliza y se desestabiliza" (citados en Antonio Arellano 2003, 5); los autores coinciden en que el proceso de traducción implica redefinir roles, a través de un mecanismo de negociación de los márgenes de maniobra y posibilidades de interacción de unos actores con otros, en el cual un grupo de actores busca imponer las definiciones y los roles de otros, generando de esta manera unas condiciones de ordenamiento, en el que se suman a las cadenas de "*translation*" los intereses convergentes de los actores que ingresan en ella, con lo cual la cadena se refuerza y la red se expande en el espacio y tiempo (Bovy y Vinck, 2003).

En materia de innovación, el enfoque '*Sociology of translations*' ofrece un acercamiento a la explicación de la innovación, que no se basa, como lo proclama la teoría *de Innovation diffusion*[44] en ningún supuesto carácter innato de la innovación, o en las características específicas de los agentes de cambio de la sociedad, sino que es el resultado de un proceso de formación de redes (*Innovation Translation*) en que actores tratan de persuadir a otros para convertirlos en sus aliados (Latour 1987;

[44] La Teoría de la Difusión de la Innovación (Diffusion of Innovations Theory), se enfoca en las características de la innovación misma; esta emula transparencia y linealidad y se presenta como dotada de su propia propulsión e inercia desde una fuente centralizada. Consúltese Everett Rogers (1995): "Diffusion of Innovations", *The Free Press, 4th Edition,* New York.

Tatnall, 2000) en la promoción de la aceptación de su propio punto de vista de la forma en que puede abordarse mejor la problemática de generar una innovación.

Desde la visión "*Innovation Translation"* (Traducción del proceso innovativo), la red sociotécnica se concibe como un conjunto de asociaciones o vinculaciones débiles y fuertes, en que sus distintos actores se involucran, traduciendo los hechos y aportando sus propios recursos en medio de las "convergencias relativas" de sus respectivos intereses para configurar el proceso o artefacto innovador.

Por otra parte, Renato Dagnino y Hernán Thomas (2000, 3-4) acotan que el concepto "*translation*" favorece la comprensión de la complejidad de la dinámica de los procesos innovativos, pues no se basa en la simple noción de "traducción", que implica las acciones conscientes de transmisión, transferencia o difusión, manteniendo el mismo significado (o sentido o función) del objeto transferido o de la innovación y adaptándolos a las condiciones del contexto local; por el contrario, el concepto de *translation* incorpora, además de la "traducción" de los hechos, los sentidos de: "traslación", "versión" e "interpretación" (Latour 1986,1987 y Callon 1986, citados por Dagnino & Thomas 2000), desde la perspectiva de los actores involucrados a través del tiempo. Esta perspectiva ha sido tratada por Wiebe E. Bijker, bajo la tesis de flexibilidad interpretativa; en el subcapítulo 4.3 abordamos esta visión sociotécnica.

4.2.3 Los *momentos* de la traducción en el proceso innovativo

Desde la visión de la teoría del actor-red ANT, por su parte, la adopción de una innovación viene dada como consecuencia de las acciones de todos los involucrados con dicha innovación en la cadena o red de actores (Tatnall & Davey[45] 2001, 511); en tal sentido, la no aceptación de una innovación tecnológica puede

[45] Los estudios de Arthur Tatnall y Bill Davey sobre innovación curricular aplicado a un plan de estudios (Curricula) del Programa de Sistemas de Información en la Phillip University (Australia), muestran cómo enfocarse en la *Innovation translation*, presenta una notable ventaja sobre los postulados del enfoque de *Innovation Difussion* (Véase nota al pie 43, en el presente subcapítulo), en el sentido que permite al investigador concentrarse en los aspectos de la innovación que llevan a su adopción, pues de esta manera se supera la visión de linealidad y de supuestas características innatas de la innovación, como lo defiende la teoría de *Innovation Difussion*.

considerarse como la incapacidad de construcción de una red fuerte de alianzas entre los actores, por parte de los involucrados en el proceso innovativo.

Latour (1986, 1991) y Callon (1986, 1995, 2001, 2002) defienden que las alianzas son resultados de los procesos de traducción, que deben cimentarse para hacer "interesar" a otros en el proceso innovativo; en esta línea, la ANT contempla cuatro mecanismos o momentos del proceso de traducción, durante el cual se redefinen los roles de los actores, sus posibilidades de interacción y sus márgenes de maniobra (Callon 1995, 263): la *Problematización*, el *Interesamiento*, el *Enrolamiento* y el *Desplazamiento*. A continuación se presenta un breve resumen de cada uno de ellos:

En el mecanismo de la problematización (*problematisation*) un actor o grupo de actores clave se impone la tarea de poder definir la naturaleza del problema y los roles de los demás actores, de tal forma que consiguen convertirse en indispensables en la solución de tal problema (Tatnall, 2001). En esta primera fase de construcción de la red, el problema es redefinido o *traducido*, en términos de las soluciones aportadas por estos actores clave, quienes tratan de convertirse en "puntos de pasaje obligado" (Callon, 1986), con los cuales se establece un sistema de alianzas y asociaciones como parte de la solución del problema;

La dinámica del interesamiento (*interessement*) conlleva la definición de un conjunto de conexiones que pueden generarse entre el objeto y los actores, cuyos roles fueron definidos en la problematización. En el diseño y desarrollo de una innovación tecnológica, el modelo de interesamiento implica realizar una descripción sociotécnica que combina los aspectos tecnológicos y los entornos sociales en los que se produciría y utilizaría el objeto de la innovación (Callon 2002a).

Desde la visión de red tecno-económica, ello demanda que se lleve a cabo un conjunto de acciones para intentar imponer las entidades y los roles, que fueron definidos en la problematización, sobre el resto de actores que pudieran estar conectados en el desarrollo o en los usos del objeto técnico. Cuando se logra el interesamiento (entidades compitiendo con las problematizaciones de otras entidades) se confirma la validez de la problematización (Callon 1986, 2002a; Law

1987). En este sentido, Michel Callon enfatiza que los resultados innovativos dependen de las alianzas y la agregación de intereses de los actores movilizados, más que de la "racionalidad" de los criterios o algoritmos que pretenden asegurar a priori el éxito o el fracaso de un proyecto innovador (Callon 2002a, 205).

El tercer momento, el enrolamiento (*enrolment*) se dará a través de un proceso de negociaciones multilaterales, coerción, seducción o consentimiento (Grint & Woolgar, 1997); y será exitoso en la medida que los actores enrolados aceptan los roles interrelacionados que les son asignados durante el interesamiento (Callon 1986, 2002a, 2002b; Singleton & Michael 1993).

Finalmente, el desplazamiento (*mobilisation*) comprende las movilizaciones sucesivas necesarias para formar alianzas, haciendo uso de los intermediadores, tales como documentos, textos, artefactos técnicos y otros actores humanos dotados de habilidades específicas (Callon 1995, 1998), que fungirán como facilitadores de los relacionamientos entre actores; en esta fase la red se amplía a través de la actuación de algunos actores como portavoces de los actantes[46] ausentes o "mudos" (Latour 2007). La actuación de los intermediadores constituye, entonces, «*la forma y substancia*» de las interacciones (Callon 1986, 2002).

Como lo indicamos en líneas anteriores, son en estos procesos de *translation* donde los diferentes grupos de actores tratan de imponer su propia definición de los hechos, de las cosas o de la realidad y, por tanto, donde se negocian y acuerdan de manera constante la identidad de los propios actantes, las posibilidades de interacción y los márgenes de maniobra respectivos.

De lo anterior, se desprende que:

> **Proposición teórica 6.** *En la red sociotécnica es necesario que se desarrollen procesos de traducción o construcción de relaciones para lograr convergencia de intereses entre sus actores, en el marco de proyectos innovativos.*

[46] En lenguaje de Bruno Latour, el término "actante (actant o actuante)" denota, tanto a los figurantes humanos en una red, cuanto a las entidades no humanas (los objetos) que desempeñan roles claves (Latour 2007, 128).

4.3 El enfoque de eficacia en el marco constructivista social en tecnología

Dentro del campo de la sociología de la tecnología, el *enfoque constructivista social* refleja mejor los rasgos básicos del estudio social de la tecnología, bajo las líneas y directrices del programa de construcción social de la tecnología SCOT[47], en que los autores incorporan los elementos de evaluación de la eficacia en los procesos de construcción de un artefacto tecnológico.

A través de SCOT, Wiebe Bijker y Trevor Pinch (1984) incorporan la visión multidireccional como elemento esencial para analizar la tecnología, desde la perspectiva constructivista social, remarcando su carácter de constructo social, en que el concepto de tecnología involucra tres niveles o aspectos, inseparables, de su definición: el nivel de objetos físicos o artefactos; el nivel de actividad o proceso y el nivel de conocimiento (know how, o lo que las personas conocen y realizan). En este sentido, en el marco del enfoque constructivista social, e inspirados en los estudios sobre la "sociología del conocimiento científico[48]", los autores han desarrollado cuatro conceptos claves en el análisis de la eficacia o ineficacia de los procesos de construcción de un artefacto u objeto físico, cuya adopción como objeto tecnológico, independientemente de su calidad técnica, genera controversias en el grupo social relevante, en relación con intereses en conflicto por las diversas interpretaciones y significados socialmente construidos.

Desde ese punto de vista, los cuatro conceptos que conducen a un análisis sociológico (Bijker 1995) de los procesos de construcción y adopción de un artefacto, que para el caso de la presente tesis lo referimos a una innovación tecnológica de producto o de proceso, son los siguientes:

a) El *rol constructivo de los significados* atribuidos al artefacto técnico por el grupo social relevante, en que, como lo enfatiza Aibar (1996) los

[47] SCOT (Social Construction of Technology).
[48] Para una revisión del enfoque de la Sociología del conocimiento científico (Sociology of scientific knowledge), recomendamos H. M. Collins (1983): "The Sociology of Scientific Knowledge: Studies of contemporary science", Annual Review of Sociology, No. 9, 265-285.

diversos significados influyen en el nivel de eficacia o éxito posterior del artefacto;

b) La identificación y análisis de los distintos *grupos sociales relevantes*. Este concepto involucra al colectivo de actores del entorno institucional y organizacional, como también a grupos de individuos organizados o informales (Pinch y Bijker 1984), y su especifica consideración acerca del significado que atribuyen al artefacto u objeto físico;

c) La *percepción y variedad de problemas y soluciones* que los grupos relevantes tienen con respecto a los artefactos técnicos; lo cual, de cierta manera influencia la dinámica de relacionamientos híbridos, esto es, la mediación entre artefactos y seres humanos o grupos sociales involucrados (Boczkowski, 2000);

d) La *flexibilidad interpretativa*, la cual se asigna a la variedad de significados atribuibles a un artefacto, habiendo cierto grado de estabilización en la medida que se logre un relativo consenso acerca del sentido dominante otorgado al artefacto o innovación tecnológica, en cuestión (Boczkowski, 2000).

Bajo el constructivismo social, la tesis de la flexibilidad interpretativa otorga propiedades técnicas (inmanentes) y a su vez propiedades sociales (no inmanentes) a los procesos y artefactos u objetos tecnológicos sin distinciones a priori de tales características, pues estas, en definitiva, son construidas socialmente; quiere decir esto que, el significado que distintos grupos de actores sociales otorga a un determinado artefacto o proceso tecnológico se articula alrededor de los intereses de las distintas interpretaciones circunstanciales según los grupos de actores sociales en conflicto[49] (Bijker 1995; 76, 281; citado por Lawler: 2003, 56-61) .

[49] Sobre las distintas interpretaciones circunstanciales en la construcción, transferencia, adopción y uso de artefactos técnicos, recomendamos profundizar: Trevor Pinch y Wiebe E. Bijker (1984): "The Social Construction of Facts and Artifacts: or how the Sociology of Science and Sociology of Technology might benefit each other". *Social Studies of Science, Vol. 14, pp399-441.*

Desde esta visión, el movimiento de una innovación a través del tiempo y el espacio se ve afectada por las diferencias en los propios fines de los actores involucrados; es decir, la interacción entre los actores humanos y los objetos, en un contexto local, en vez de dar paso a un proceso de transmisión, da lugar a un proceso de transformación continua en que los actores reaccionan frente a la innovación de diferentes maneras, aceptándola, modificándola, desviándola, apropiándola o dejándola caer, según sus propios fines.

Desde el enfoque constructivista social, este proceso de transformación continua se comprende como "flexibilidad interpretativa" (Bijker 1995). En definitiva, como defienden Pinch y Bijker (1987, en Lepratte 2011, 9), esta tesis permite "*explicar el funcionamiento y no funcionamiento de un artefacto conforme el sentido atribuido al mismo por los grupos sociales relevantes*".

En este sentido, la mediación de los objetos en las actividades y acciones de los actores sociales para la generación de artefactos tecnológicos, y la variedad de significados atribuibles en su transferencia, adopción y uso, nos lleva a proponer que:

> **Proposición teórica 7.** *En el proceso de generación de innovación tecnológica, la visión sociotécnica implica la conformación de actores-red y la consideración de los esquemas interpretativos de los grupos sociales relevantes involucrados en la transferencia, adopción y uso de los artefactos y procesos técnicos.*

4.4 Aspectos de efectividad y de mediación sociotécnica adoptados para la investigación

Autores como, John Law y Bruno Latour argumentan que en el mundo de la vida no se presentan las condiciones de manera puramente social o puramente técnica y más bien entienden que toda actividad o proyecto está compuesto de entidades híbridas; "*no existirían sociedades ni organizaciones si estas fuesen simplemente sociales*" Law (1987, 1992) y Latour (1986). Desde este enfoque, la teoría del actor-red ANT insiste que, en la investigación sobre la ciencia y la tecnología no debe privilegiarse lo social sobre lo técnico, ni viceversa, pues se

considera que tanto los aspectos técnicos y físicos, como las personas y la información participan de manera conjunta, es decir, poseen la misma eficacia causal; en este sentido, la red de actores se visualiza como una red sociotécnica, esto es, aquella red compuesta por una heterogeneidad de entidades naturales y sociales (Callon 1998) que se conectan mutuamente durante períodos, a la vez dinámicos.

En la presente tesis aplicamos los procesos de traducción de la ANT, en materia de innovación (*Innovation translation*) para comprender la mediación de los objetos y de los actores sociales en el proceso de formación de redes sociotécnicas; a la vez, utilizamos el enfoque de eficacia, del marco constructivista social, para generar las medidas o criterios relacionados con los tres aspectos que enmarcan el carácter de constructo social de la tecnología: "artefactos físicos", "procesos técnicos" y "conocimiento tecnológico", tal como lo sugiere la visión SCOT (Cfr. Subcapítulo 4.3).

Sobre el enfoque de efectividad, desde la visión constructivista social, destacamos la noción de *grupo social relevante* (Cfr. Subcapítulo 3.1, lit. c) y de *flexibilidad interpretativa*, en razón que representan un nivel de criterios claves en la conformación del constructo de efectividad; es así que, el carácter multidimensional del desarrollo tecnológico se ve reflejado en las divergentes interpretaciones sobre un mismo artefacto técnico (proceso o producto tecnológico) que confieren los distintos actores o grupos de estos, en interacción.

Análogamente, Aibar (2002) nota que la flexibilidad interpretativa del artefacto tecnológico juega un papel crucial en el grado de estabilización de la innovación tecnológica, respecto de su significación, problemas y variadas soluciones, de forma que pueda quedar demostrada la construcción social atribuible al artefacto técnico, en cuestión. Asimismo, Lawler (2003, 56) defiende que el enfoque de flexibilidad interpretativa "*es condición de posibilidad de la construcción social de los artefactos técnicos*", por tanto, bajo dicho enfoque se enaltece que las propiedades de los artefactos técnicos son de naturaleza inmanente (o técnicas) y de naturaleza social (no inmanente); ambas visiones las hemos incorporado en el modelo de efectividad que proponemos en la tesis (Véase el capítulo Cinco, subcapítulo 5.1.2).

PARTE II

OBJETO DE ESTUDIO Y DISEÑO METODOLÓGICO

En esta parte de la tesis, que consta del capítulo Cinco, procederemos a realizar una conclusión del marco teórico, el cual se desarrolló a lo largo de la Parte I (capítulos Dos, Tres y Cuatro) de esta tesis, y en la que formulamos el conjunto de siete *proposiciones teóricas*. Desde este marco referencial y desde los análisis de la investigación exploratoria (consistente en el estudio de caso: GITEM, la observación y las entrevistas a profundidad a expertos en gestión y/o generación de innovación tecnológica), de manera inductiva/deductiva, en las líneas siguientes determinaremos las dimensiones o categorías que configurarán morfológicamente el modelo de efectividad y formularemos las hipótesis que conducirán el trabajo de campo en territorio colombiano para la confirmación de los factores determinantes de la efectividad de la red sociotécnica interorganizacional que influyen en el desarrollo tecnológico y la innovación en el ámbito académico y empresarial.

Capítulo Cinco

Caracterización del objeto de estudio y diseño de la investigación

El presente capítulo lo hemos organizado de la siguiente manera: En el subcapítulo 5.1 procedemos a caracterizar el objeto de estudio de la investigación empírica y proponer la estructura analítica del modelo de efectividad bajo un esquema integrado de red sociotécnica. Posteriormente, en el subcapítulo 5.2 explicamos los pasos del proceso metodológico que seguimos tanto en la investigación de tipo exploratoria cuanto en la investigación explicativa del fenómeno de la efectividad de la red de innovación tecnológica; para ambas indagaciones, dentro de los subcapítulos 5.2.3 y 5.2.4 describimos los mecanismos de acceso al terreno, los materiales y los métodos empleados para la recolección de los datos cualitativos y cuantitativos. Finalmente, en el subcapítulo 5.2.5 justificamos los aspectos de la validez y confiabilidad del presente estudio.

5.1 Caracterización del objeto de estudio

En este capítulo partimos de la tesis que la efectividad de la red para la innovación tecnológica está condicionada por el contexto de cooperación político-institucional e industrial y por la dinámica de relacionamientos entre el colectivo híbrido que contribuye en la generación de tal innovación; a partir de este juicio, la efectividad de la red en el campo de la innovación tecnológica, a nivel de red entera o total, se ha constituido en el objeto de estudio de la presente investigación; esto significa que, a la hora de abordar la noción de red, la construcción del concepto de efectividad se torna más compleja ya que pretendemos erigirla desde la visión de red total (*whole network*); esto es así, en primer lugar, considerando que los estudios científicos sobre efectividad de las redes han sido abordados, en su mayoría, a nivel de las organizaciones individuales, más que a nivel de la red total y, en segundo

lugar, en razón que, no existen estrictos límites para considerar cuándo una red está suficientemente delimitada para ser analizada correctamente (Bergenholtz 2011).

Desde esta mirada, cabe recalcar que la investigación de campo del presente trabajo de tesis no inicia su análisis a partir de la configuración social y técnica absoluta de la red, sino a partir de la formación del conjunto o colectivo híbrido en que sus actores, entidades o grupos al ir configurando la red sociotécnica "*generan datos nuevos e interesantes sobre la composición de sus propias asociaciones*" (Latour 2008, 52), tal como concibe el "*actor-red"* el enfoque de la ANT.

Además, desde la literatura revisada, aún se aprecia la ausencia de un paradigma o teoría única, en el campo de redes interorganizacionales, a nivel de red entera (*whole network*), que haya sido totalmente aceptada, y que pueda explicar pródigamente el fenómeno de la efectividad; es decir, aún se carece de consenso en cuanto a las generalizaciones simbólicas, creencias en modelos particulares o en problemas-soluciones concretos.

Aun así, de la revisión efectuada sobre las diferentes perspectivas y los distintos enfoques sobre efectividad, se aprecia el continuo perfeccionamiento del conocimiento sobre este complejo y heterogéneo fenómeno organizacional; de los trabajos que se han revisado, se puede desprender el juicio que los nuevos enfoques o teorías surgen o se desarrollan cuando se consigue integrar enfoques y teorías anteriores, y cuando los distintos autores más contemporáneos tratan de argumentar sus nuevas propuestas, combinándolas con las ideas antepuestas.

De esta manera, también en el presente trabajo se analiza el fenómeno de la efectividad de la red sociotécnica para la innovación tecnológica, mediante la combinación de un conjunto de categorías propuestas por autores contemporáneos, en el sentido de la estructura e integración de la red y el contexto en el que esta red opera (Provan 1995, 1998, 2001, 2007; Powell 1996; Goes 1997; Ahuja 2000), para analizar y configurar el fenómeno de la efectividad integrando, a la vez, el enfoque o teoría constructivista social en tecnología (Bijker & Pinch 1984; Bijker, Pinch & Hughes, 1987) con el enfoque o teoría del actor-red (Latour 198 , Callon 1995 y

Law 1992), en el imaginario de la "translation"[50]. En las líneas siguientes presentamos la estructura del modelo que integra estas perspectivas.

5.1.1 Una aproximación a la estructura analítica del modelo de efectividad: lo técnico y lo social

En el esfuerzo por definir y comprender los factores del contexto político-institucional y socio-económico, y los factores de estructura o de relacionamientos reticulares, hasta aquí, hemos desarrollado un marco teórico que abarcó un conjunto de perspectivas alrededor de la noción de efectividad a nivel de redes interorganizacionales, así como también sobre las visiones y conceptos de eficacia, tecnología e innovación, en el marco del constructivismo social en tecnología y bajo el modelo dinámico de Sistema Nacional de Innovación.

Con base en las perspectivas, enfoques o teorías, extraídas de la literatura revisada en esta tesis, en los ámbitos político, de innovación, de relaciones interorganizacionales y de construcción social de la tecnología, se procedió anticipadamente con la definición de los *constructos teóricos* y *prácticos (*desarrollados a lo largo de la Parte I de esta tesis*).*

Asimismo, a partir de las definiciones de los constructos teóricos, dentro del marco referencial, se procedió con la determinación de un conjunto de *proposiciones teóricas,* a través de las cuales se ha intentado comprender, explicar y criticar el fundamento teórico de esta tesis. En este sentido, a manera de resumen, en el cuadro 10 presentamos la relación entre los principales constructos, las propuestas y los fundamentos teóricos. Sobre la base de esta estructura, hemos desarrollado el estudio cualitativo de la evidencia empírica recogida en los casos de estudio de esta tesis (Véase el capítulo Seis).

Es así que, el ejercicio de combinación y encuadramiento de las proposiciones teóricas siguió, primeramente, una lógica deductiva, buscando a la vez la adaptación de esta lógica al método y a la propia naturaleza del concepto de efectividad que se ha definido para la tesis; luego, una lógica parcialmente inductiva,

[50] Como anotamos en líneas anteriores, la noción de *translation* incorpora los sentidos de traslación, versión e interpretación desde la perspectiva de los actores (Cfr. subcapítulo 4.2.1).

a través de la investigación documental y de *trabajo de campo primario*[51]; posteriormente, la lógica se torna inductiva a través del ejercicio de validación externa de un conjunto de factores que hemos definido como determinantes de la efectividad de la red, mediante la aplicación de un cuestionario de confirmación a diferentes actores de redes sociotécnicas en el campo de la innovación tecnológica en territorio colombiano, en que el actor-red (Cfr. subcapítulo 4.2) lo hemos representado por el *grupo de investigación universitario, en torno a una innovación de producto / proceso* y los *objetos* o elementos técnicos y organizacionales que lo constituyen, como tal (Véanse los resultados del estudio confirmatorio de esta tesis en el capítulo Siete).

Cuadro 10

Resumen de propuestas teóricas y enfoques teóricos desde donde se han derivado

CONSTRUCTOS TEÓRICOS	PROPUESTAS TEÓRICAS	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA
CONTEXTO DE COOPERACIÓN INTERORGANIZA-CIONAL	P.T.1: Los incentivos que se generan en el marco de las relaciones: Universidad-Empresa-Estado, se tornan en valiosos instrumentos para lograr la cooperación efectiva entre los distintos actores de una red interorganizacional para la innovación tecnológica.	Esquemas de interacción en el marco de sistemas nacionales y regionales de innovación (Johnson, Lundvall, Edquist - 2003); Esquemas de interacción Universidad-Industria-Estado: Modelo triángulo de Sábato y Modelo Triple Hélice (Sábato 1968; Etzkowitz & Leydesdorff - 2000); Esquemas de cooperación Universidad-Empresa (Noveli, Segato - 2012).
	P.T.3: Las condiciones del entorno y, en general, el contexto de cooperación e intercambio y aportación de recursos contribuyen de manera efectiva en los resultados de la red entera en materia de innovación tecnológica.	Procesos de cooperación para la innovación (Freeman 1987, Plonski 1999, Dagnino 2003); Flujos de transferencia de tecnologías (Buesa 2002); Resultados tecnológicos a nivel de sistemas de red (Goes, Park 1997); Provan y Milward (1995, 2001); Provan y Sebastian (1998).

[51] El trabajo de campo primario se refiere a las observaciones y entrevistas a profundidad realizadas a diferentes actores del escenario científico-político e industrial, relacionados con el estudio de caso de red sociotécnica que hemos tomado como básico y referente de la investigación exploratoria: CASO GITEM: Red sociotécnica para un desarrollo tecnológico de proceso, en el campo de la tecnología de nuevos materiales (Véase el capítulo 7).

PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO EN LA RED	P.T.2: Las relaciones entre actores de la red Universidad-Empresa, tanto a nivel formal como informal, propician el aprendizaje interactivo y la producción de conocimiento tecnológico, en el marco de proyectos institucionales y de cooperación para la innovación tecnológica.	Aprendizaje interactivo (Lundvall 1992; Johnson 1992); Conocimiento tácito y conocimiento tecnológico (Lundvall 1999); Mecanismos de apropiación del conocimiento tecnológico (Modelo de Colciencias de Evaluación de resultados de la investigación científica).
INTENSIDAD DE LAS VINCULACIONES RETICULARES EN EL ACTOR-RED	P.T.4: Para entender la dinámica de relacionamientos de la red en su conjunto, que contribuye en la generación de conocimiento tecnológico e innovación, es preciso identificar las características de su estructura en relación al grado de conectividad, a la diversidad de los vínculos y a la intensidad de tales interacciones.	Tipología de vinculaciones a nivel interorganizacional (Goes, Park 1997; Ahuja 2000); Efectividad a nivel de la red entera (Provan, Milward 1995; Provan, Kenis 2008).
	P.T.6: En la red sociotécnica es necesario que se lleven a cabo procesos de traducción o construcción de relaciones para lograr convergencia de intereses entre sus actores, en el marco de proyectos innovativos.	Dimensión política de la eficacia organizacional (Tsui 1990; Sovoie, Morin 2001); Procesos de traducción, de actor-mundo a actor-red (Callon 1986; Law 1987; Callon 1995; Latour 2007; Bovy, Vinck 2003).
INTEGRACIÓN Y GOBERNANZA DE LA RED	P.T.5: Dentro de un sistema formal, es preciso desarrollar mecanismos de coordinación y control colectivo que respondan a cierto grado de centralización/descentralización, mientras se genera la confianza, el compromiso y la reputación de las relaciones intra-red.	Criterios de confianza y normas compartidas en la red (Mandell 1999; Raab 2013); Networ governance - mecanismos de control formales (Provan, Milward 1995; Milward 2006; Provan, Kenis 2008).
FLEXIBILIDAD INTERPRETATIVA	P.T.7 La visión sociotécnica implica la conformación de actores-red y la consideración de esquemas interpretativos de los grupos sociales relevantes involucrados en la transferencia, adopción y uso de los artefactos y procesos técnicos.	Enfoque constructivista social de la tecnología (Bijker et al 1987); Enfoque de eficacia en la construcción social de los artefactos (Bijker 1995, Pinch, Bijker 1984); Flexibilidad interpretativa (Bijker 1995; Lawler 2003).

Fuente: Elaboración propia.

En estas circunstancias, al asumir la visión socio-económica, socio-política y socio-técnica de autores contemporáneos, como: Beng-Áke Lundvall, Charles Edquist, Renato Dagnino, en el sentido de buscar explicar la innovación y la tecnología a través de aspectos técnicos en combinación con categorías sociales, rescatadas de las interacciones sociales y del contexto en que se desarrolla y se adopta la innovación, en la presente tesis intentamos caracterizar el objeto de estudio, es decir, *la efectividad de la red de innovación tecnológica*, bajo componentes de carácter técnico y de carácter social.

En este sentido al considerar la enunciación del constructo "efectividad", como la variable dependiente del modelo preliminar de efectividad de la red interorganizacional, que asumieron en su estudio Keith Provan y Patrick Kenis (Cfr. Subcapítulo 3.2.1), en el cual definieron la efectividad de la red en función del logro de resultados positivos (Provan & Kenis 2008, 230), en esta tesis el constructo "efectividad de la red sociotécnica de innovación tecnológica", en términos de los resultados a nivel de la red total, lo hemos definido como: "*el agregado de resultados positivos generados en la red a nivel de concepción de artefactos o procesos técnicos y a nivel de apropiación de conocimiento tecnológico, por parte de la sociedad en su conjunto"*.

De acuerdo con esta definición, y tomando en consideración las propuestas teóricas del presente estudio, en el siguiente subcapítulo configuramos la propuesta de modelo teórico integrado de efectividad, el cual se constituye en la guía para la definición del conjunto de factores determinantes de la efectividad de la red de innovación tecnológica que, definitivamente, proponemos para esta tesis.

5.1.2 Esquema integrado de efectividad de la red sociotécnica

Como se anotó anteriormente, el modelo de efectividad de la red interorganizacional sociotécnica en innovación tecnológica que intentamos proponer en esta tesis integra la visión del Constructivismo social en tecnología, en razón que los actores y sus roles en la red se configuran y reconfiguran en el marco de redes sociotécnicas (Cfr. subcapítulo 4.2).

Asimismo, el modelo integra el patrón de Sistema Nacional de Innovación, en razón que a nivel de resultados de la red entera confluyen múltiples entidades vinculadas por lazos bilaterales y/o multilaterales, que se enmarcan bajo el esquema de articulación entre la Academia, la Industria, el Estado y la Sociedad, conceptualizado, parcialmente, en los modelos: *Triángulo de Sábato* y de *Triple Hélice* (Cfr. subcapítulo 2.2.2) y, globalmente, en el modelo de Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación SNCTeI de Colombia (Cfr. subcapítulo 6.2.1).

Bajo este esquema de articulación y si se consideran los circuitos en los cuales se dan las asociaciones, las entradas y las salidas de actores de la red sociotécnica, y se toma como base el modelo preliminar de efectividad de la red interorganizacional propuesto por Provan & Milward (Véase la figura 6, subcapítulo 3.2.1), en la figura 9 proponemos un esquema general de modelo teórico de efectividad de la red sociotécnica de innovación tecnológica, que comprende las siguientes dimensiones o componentes, en una relación de causalidad sobre los resultados a nivel de red entera (*Whole network outcomes*), debido a los condicionamientos que supone el logro del nuevo conocimiento o cambio tecnológico, tanto en el plano económico-productivo como en el social

La Dimensión 1: "*Dinámica de relacionamientos del actor-red*" comprende dos componentes: a) la estructura de vinculaciones reticulares y b) la integración y gobernanza de la red (Cfr. subcapítulos 3.2.2 y 3.2.3).

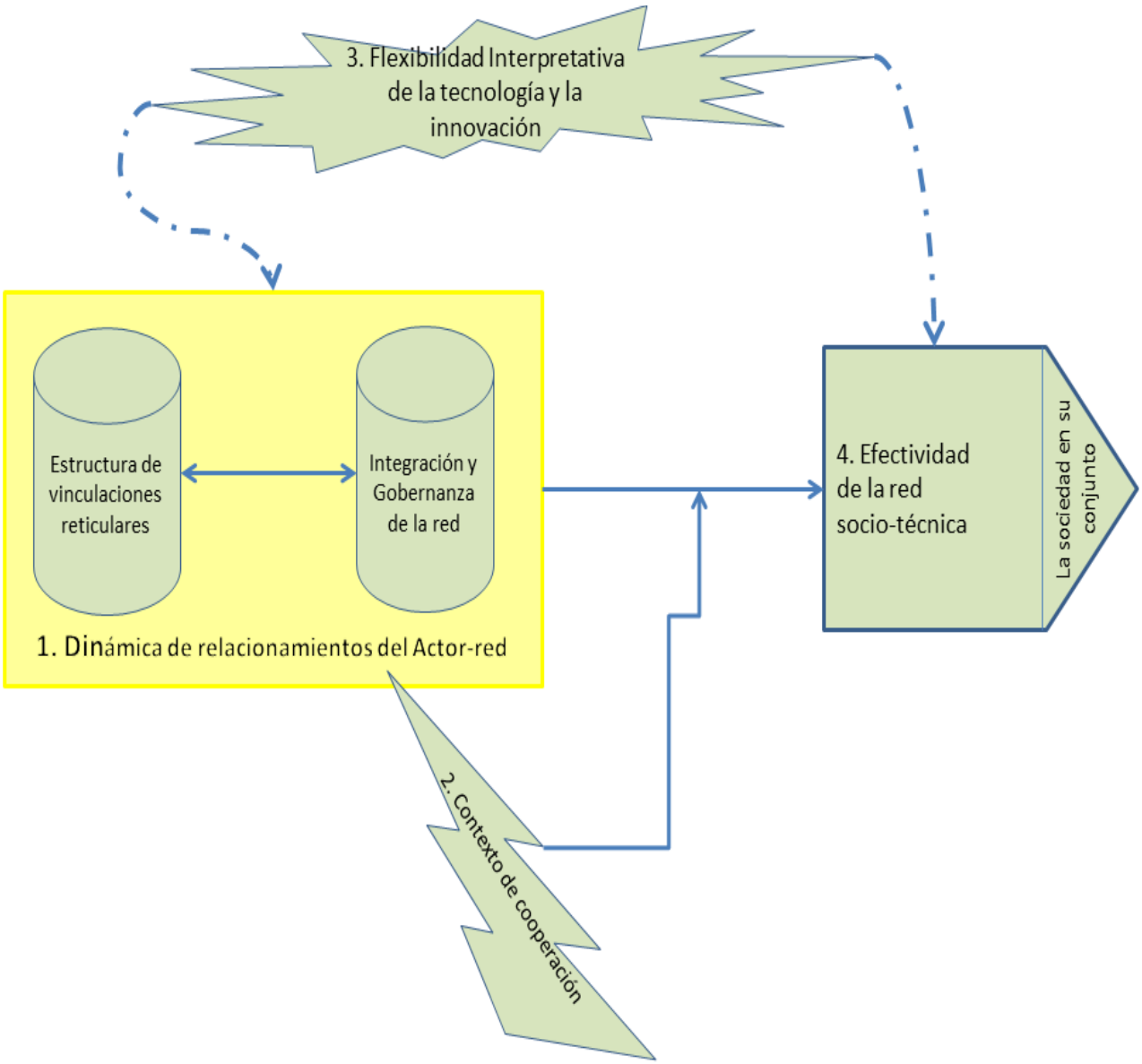
Es así que, esta dimensión busca reflejar, en primer lugar, los tipos de vinculaciones directas e indirectas en el actor-red, que surgen en los intersticios de la relación entre los actores de los grupos de investigación académicos y los figurantes del sector industrial y de la comunidad; luego, las formas de coordinación o integración y control de las actividades intra-red.

La Dimensión 2: *"Contexto de Cooperación"* comprende el conjunto de elementos y condiciones de intercambio y de cooperación técnica y financiera, que requiere de esfuerzos de interacción entre figurantes del SNI y otros actores aportantes de recursos en materia de innovación tecnológica hacia el actor-red.

Figura 9

Esquema general de la propuesta de

Modelo teórico de efectividad de la red de innovación tecnológica



Fuente: Elaboración propia.

La Dimensión 3: "*Flexibilidad Interpretativa"* busca extender la construcción social del artefacto técnico desde el actor-red y pretende tornar apreciables las propiedades inmanentes y sociales de los objetos físicos, materializados en la innovación tecnológica.

La Dimensión 4: "*Efectividad de la red sociotécnica*", en una relación de causalidad, comprende los resultados a nivel de red total e intenta reflejar las expectativas innovativas de los investigadores y científicos académicos, de los sectores industriales y de la comunidad en su conjunto, en cuanto a la generación, usos y apropiación del nuevo conocimiento generado.

Es así que, el marco de este esquema conceptual busca la coherencia teórica del fenómeno de la efectividad y la consistencia práctica del modelo. De igual manera, se pretende facilitar el cometido de lograr conexión entre el *objetivo central* planteado (determinar un conjunto de factores sociales y naturales o técnicos, que permita estructurar un modelo conceptual de efectividad, a partir del cual es posible explicar la configuración y la dinámica de relacionamientos socio-técnicos que fortalecen los procesos de innovación tecnológica en las organizaciones) y los tres primeros *objetivos específicos* (1º identificar aspectos estructurales y de contexto en las redes interorganizacionales para la innovación tecnológica; 2º consolidar un esquema de categorizaciones para analizar la efectividad a nivel de la red total en el marco del SNI y el contexto socio-económico real; y 3º definir el modelo conceptual de efectividad a nivel de red sociotécnica y su discernimiento desde una visión constructivista social de la tecnología), lográndose además un punto de intersección e interconexión entre todos ellos.

Antes de adentrarnos en el planteamiento de las hipótesis del estudio y, posteriormente, en la definición de las categorías y variables que configurarán operacionalmente el modelo de efectividad, conviene recalcar que la presente tesis, no tiene como finalidad sugerir modelos prescriptivos de efectividad; lo que pretendemos en el presente trabajo es contribuir al conocimiento acerca de la efectividad de la red total, como fenómeno interorganizacional, en un contexto específico, en este caso, determinado por la institucionalidad del Sistema Nacional de Innovación de Colombia, cuya premisa es fomentar la generación de innovaciones tecnológicas con la participación activa de un conjunto de actores: instituciones, organizaciones y organismos públicos y privados, donde el punto de interés convergente son los flujos de información y conocimiento entre dichos actores.

5.2 Diseño y Metodología de la investigación: Estudios de caso

En esta parte de la tesis sustentamos el tipo de investigación científica y explicamos las principales características del diseño investigativo, que incluye las fases del proceso de indagación, tanto en el desarrollo de la investigación exploratoria como de la investigación de confirmación de los factores determinantes de la efectividad de la red interorganizacional para la innovación tecnológica. Las características acerca de la validez y confiabilidad del estudio empírico, también son expuestas en este capítulo.

5.2.1 Características generales de la investigación

Si se tiene en cuenta el objetivo general de esta tesis, el cual surge a partir del problema de investigación, el que ha sido planteado a través de la interrogante científica: ¿Cómo es la relación entre el contexto, la estructura de la red sociotécnica interorganizacional, en el marco del Sistema Nacional de Innovación, y la efectividad a nivel de red entera o total?, la principal característica del fenómeno en estudio (la efectividad de la red sociotécnica interorganizacional) es de naturaleza social; bajo esta premisa, nos hemos valido de una serie de proposiciones o propuestas de indagación extraídas del cuerpo teórico y del marco de la investigación exploratoria que, en definitiva, integran las cualidades o atributos totales del fenómeno social; asimismo, su comprensión se la realiza a través de su descripción e interpretación y "*las inferencias acerca de sus relaciones y significados involucra el uso de la observación, la medición y/o registro*" (Santú 2001, 159) .

Tomando en consideración estas perspectivas, para el logro del objetivo general de esta tesis, el cual se direcciona hacia la determinación de un conjunto de factores sociales y naturales o técnicos sobre el fenómeno de la efectividad de la red interorganizacional en la generación de innovación tecnológica, hemos llevado a cabo una serie de actividades en la cuales hemos combinado una doble metodología (cualitativa y cuantitativa), tanto en una dimensión teórica, cuanto en una práctica, y de forma iterativa, buscando la correspondencia entre los objetivos planteados y las metodologías propuestas.

La dimensión de corte teórico, por su parte, buscó examinar el cuerpo de conocimientos (teorías y concepciones) en la literatura existente en torno al fenómeno de la efectividad, alrededor del cual examinamos la noción de redes interorganizacionales en el marco de los procesos de innovación tecnológica bajo el enfoque de Sistema Nacional y Regional de Innovación; asimismo, examinamos los postulados del enfoque Constructivista Social en tecnología, especialmente, el enfoque de actor-red y de Flexibilidad Interpretativa. Todo ello, implicó la revisión rigurosa de las principales teorías, enfoques y perspectivas existentes por los cuales han sido tratados los fenómenos de la innovación, la tecnología, la noción de Sistema Nacional de Innovación y la noción de Redes sociotécnicas (Cfr. capítulos 2 y 4).

Para la comprensión cabal del concepto de "efectividad de la red" el estudio teórico abarcó las investigaciones realizadas por diversos autores contemporáneos, tanto en el ámbito de la eficacia o efectividad organizacional (*Organizational effectiveness*) como en el ámbito de la efectividad de la red entera o total (*Whole Network effectiveness*); conceptos que fueron ampliamente desarrollados en el capítulo 3.

Adicionalmente, dentro de esta dimensión teórica, contemplamos la revisión bibliográfica y documental de obras impresas y de las publicaciones seriadas impresas y digitales de hemerotecas virtuales, tales como: SciELO, Redalyc, EBSCO, SCOPUS, TAYLOR & FRANCIS Informaworld, Journal Store (JSTOR), entre las principales; los artículos revisados dentro de estas bases académicas pertenecen, en su mayoría, a revistas académicas de las principales universidades y centros de investigación en Sudamérica, Norteamérica, Inglaterra y España. A partir de esta revisión bibliográfica y documental fue posible conformar un marco teórico a priori antes del desarrollo en firme de la investigación (Bonache, 1999; Yin, 1994, 2003). De esta manera, nos aproximamos hacia la consecución del primer objetivo específico de la tesis: i) Identificar aspectos estructurales, de integración y de contexto en las redes interorganizacionales para la innovación tecnológica.

La dimensión empírica la hemos desarrollado en torno a la operatividad del modelo de efectividad, a través de estudios de caso, sobre los cuales llevamos a cabo diferentes actividades tanto en la recopilación y análisis de datos cualitativos

(entrevistas a profundidad, análisis de publicaciones y documentos institucionales y la observación participante, en el caso de estudio único: GITEM[52]), como en el levantamiento y análisis de datos cuantitativos (definición de categorías y variables y aplicación de cuestionario a investigadores científicos del SNCTeI, en el estudio de *múltiples casos*[53]); de esta manera, cubrimos el desarrollo de los siguientes tres objetivos específicos de la tesis*: i)* Consolidar un esquema de categorizaciones para analizar la efectividad a nivel de red total, *ii)* Definir un modelo conceptual de efectividad a nivel de red entera sociotécnica y *iii)* Proponer un marco metodológico empírico para la admisión del modelo de efectividad propuesto.

En el subcapítulo siguiente, presentamos el diseño metodológico de la investigación de campo, efectuada en territorio colombiano, el cual incluye los rasgos metodológicos en el estudio de la red sociotécnica, bajo la denominación de caso único: GITEM, y los pasos del proceso metodológico para la confirmación de las variables del modelo de efectividad, a través del estudio de casos múltiples.

5.2.2 Diseño del estudio empírico: Terreno, Materiales y Métodos

Como enfatiza Earl Babbie, el diseño de investigación social requiere que se especifique claramente lo que se pretende indagar, "por qué, cómo y cuándo", y se planifiquen las actividades o pasos a seguir tanto en la observación y recogida de los datos cuanto en su análisis (Babbie 2000, 71), reflejar la aplicación de reglas y procedimientos explícitos para la construcción de la evidencia empírica, elaborada a partir de la teoría (Santú 2001). Asimismo, Babbie (2000), Bonache (1999), Eisenhardt (1989), Gil (1994), Malhotra (2004), Maxwel (1998) y Yin (1994, 2003), entre otros investigadores, destacan que en el diseño de toda investigación científica se requiere definir sus propósitos y determinar sus unidades de observación y de análisis.

[52] Las características metodológicas del caso único: estudio de caso primario GITEM son ampliamente detalladas en el subcapítulo 5.2.3 y el análisis del material del estudio puede revisarse en el capítulo 6; como trabajo de campo primario, el caso GITEM es aludido en la nota al pie 50, al inicio del capítulo 5.

[53] Las características metodológicas del estudio de casos múltiples son ampliamente detalladas en el subcapítulo 5.2.4 y el análisis del material extraído puede revisarse en el capítulo 7.

Respecto del propósito, las investigaciones científicas buscan propósitos útiles; entre los más comunes, tenemos: exploración, descripción y explicación (Babbie, 2000, 72-74). Como propósito *descriptivo,* la investigación pretende identificar y describir las distintas características o factores que ejercen influencia en el fenómeno estudiado; como propósito *exploratorio,* se procura un acercamiento entre las teorías inscritas en el marco teórico y la realidad objeto de estudio, proporcionando una visión general acerca de un determinado hecho (Gil 1994; Maxwel 1998); para Malhotra (2004), el objetivo de pesquisa exploratoria es indagar un problema o una situación para proveer criterios de comprensión. Además, intentar señalar el porqué del fenómeno estudiado o responder a las causas de los eventos físicos o sociales, requiere de un propósito *explicativo*.

En este sentido, Robert Yin, uno de los autores más citados en la investigación basada en casos, enfatiza que la investigación exploratoria y descriptiva basada en el estudio de casos es adecuada para tratar fenómenos contemporáneos sobre los cuales el investigador tiene un mínimo o ningún control sobre los eventos que se suscitan dentro del contexto de la vida real; y agrega que, el uso de estudios de caso con fines de investigación seguirá siendo uno de los métodos más difíciles de aplicar en las ciencias sociales (Yin 1994, 1-2, 5-10).

Es así que, el estudio de casos ha mostrado sus bondades y pertinencia en el campo de la producción y gestión de conocimiento tecnológico, "solo superado por una categoría en la cual se aglutinan *marcos*, *enfoques*, *métricas* y *herramientas"* (Pérez M. 2013, 75). Desde esas consideraciones, imprimimos que el presente estudio comprende los tres tipos de propósitos de investigación, por cuanto se pretende explorar y describir los relacionamientos entre actantes de la red, que expliquen el problema de generar innovaciones tecnológicas y nuevo conocimiento hacia la sociedad en su conjunto.

Desde otro punto de vista estrictamente metodológico, Kathleen Eisenhardt arguye que en los estudios de casos los datos pudieran ser tanto cualitativos como cuantitativos y cuestiona que sin un número importante de casos, (Chiva 2001, advierte que no sean menos de 4 ni más de 10), no es posible alcanzar una mayor replicación y fiabilidad de los datos (Eisenhardt 1989, 1991). En este sentido, Yin

(1994, 2003) y Chiva (2001), defienden que la metodología basada en un único caso es adecuada si las condiciones para la observación de los hechos y el tratamiento del material del caso (entrevistas a profundidad, observaciones directas y detalladas) es sobradamente genérico para confirmar o ampliar una determinada teoría.

En cuanto a las *unidades de observación y de análisis* en la investigación social, Earl Babbie aporta que la unidad de análisis corresponde al elemento o entidad representativa de lo que va a ser objeto de estudio, esto es, el qué o quién es objeto de interés donde se focaliza el estudio; en este sentido, el autor argumenta que las unidades de análisis más comunes pueden estar representadas por los individuos, los grupos, las organizaciones y los productos sociales, y añade que, por lo regular, las "unidades de análisis de los estudios sociales son también las unidades de observación" (Babbie 2000, 75); desde otro punto de vista, la observación de los datos o hechos y la interpretación de los mismos son inseparables, esto es, las tareas básicas de toda investigación científica, recoger datos y categorizarlos e interpretarlos, no necesariamente se realizan en lapsos sucesivos, pueden entrecruzarse continuamente (Babbie 2000, 75-78).

Bajo estos antecedentes, en esta tesis la investigación sobre el fenómeno de la efectividad en las redes de innovación tecnológica la hemos basado tanto en el estudio de un caso único como en la indagación de múltiples casos; de igual manera, el tratamiento del material de los casos estudiados considera datos tanto de tipo cualitativo como de tipo cuantitativo.

Ahora bien, dado que todos los casos de red sociotécnica, tratados en esta investigación, constituyen un fenómeno contemporáneo (en la actualidad, las redes interorganizacionales para la innovación tecnológica han cobrado gran impulso en los países en vías de desarrollo por su aporte al crecimiento económico y al desarrollo), además, se desenvuelven en su contexto particular y, en razón que la investigadora no ejerce control alguno sobre los eventos contemporáneos (Bonache, 1999; Yin, 1994; Eisenhardt, 1989) relacionados con la generación de la innovación tecnológica o con la conformación de la red de vinculaciones e interacciones sociotécnicas, resaltamos que el *diseño de estudio de casos* constituye la estrategia principal de la investigación empírica de la presente tesis.

En relación con la unidad de análisis en la investigación sobre redes interorganizacionales, Provan & Kenis (2008) recomiendan tomar como unidad de análisis la red como un todo, sobre la cual evaluar la efectividad en función de resultados alcanzados, todo ello dentro de un sistema formal (Cfr. Subcapítulo 3.3). En este sentido, acotamos que tanto para el caso único GITEM como para los casos múltiples, esta, la unidad de análisis, se constituyó como un producto social, como es la red sociotécnica e interorganizacional que se conforma alrededor de la generación de una innovación tecnológica de producto o de proceso, en el marco del sistema formal de innovación tecnológica de Colombia: SNCTeI (Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación).

Como lo señalamos en el Subcapítulo 5.1.1, el actor-red, es decir, la red sociotécnica, la representamos por el grupo de investigación académico y los respectivos objetos o elementos técnicos y organizacionales que lo constituyen. En este sentido, la aproximación al terreno en el caso primario (grupo GITEM) la realizamos, en primera instancia, mediante el estudio del contexto institucional del SNCTeI, el cual incluye 11 Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología[54], en que indagamos, de manera particular, lo referente al Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad, el cual acoge en su institucionalidad los proyectos de innovación y desarrollo tecnológico en el marco de la alianza universidad-empresa-Estado. Luego, enfocamos la búsqueda sobre grupos de investigación relacionados con este Programa Nacional, que a su vez estuvieran reconocidos por Colciencias y avalados por una institución universitaria y cuya sede principal funcionará en alguna de las tres grandes ciudades de Colombia. Esta demarcación tiene sentido, en razón de las limitaciones de tiempo y de costos de movilización de la investigadora de esta tesis.

Asimismo, la indagación posterior al estudio de caso primario, referida al levantamiento de datos en múltiples casos de redes sociotécnicas de innovación

[54] Estos programas pueden consultarse, virtualmente, en la página WEB de Colciencias que refiere el conjunto de Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología del SNCTeI. Tal como lo indicamos en la nota al pie 18 del subcapítulo 2.2.2, Colciencias es la entidad del Sistema Nacional de Innovación de Colombia que, en calidad de Secretaría Técnica y Administrativa del SNCTeI, promueve las políticas de ciencia, tecnología e innovación en Colombia; a la vez, funge de orientador del desarrollo tecnológico e innovación de los actores del campo académico, científico y tecnológico.

tecnológica para el análisis confirmatorio de las variables del modelo de efectividad propuesto, la basamos en cuatro de los once programas nacionales del SNCTeI: "Desarrollo Tecnológico e Innovación Industrial", "Electrónica, Telecomunicaciones e Informática", "Ciencia, Tecnología e Innovación en Salud" y "Biotecnología". En este contexto primaron los criterios de "región con mayor concentración de desarrollo tecnológico del país[55]" e "instituciones universitarias con mayor concentración de grupos de investigación reconocidos por Colciencias"[56].

En cuanto a las unidades de observación, las enfocamos hacia los aspectos pertinentes en cada tipo de caso de estudio; así, en el caso único GITEM, las unidades de observación estuvieron direccionadas hacia aspectos más generales, que cubrían la historia y antecedentes de la conformación de la red en torno a una específica innovación tecnológica, y los temas relacionados con los tipos e intensidad de las vinculaciones reticulares entre actores, dentro y fuera de la red, la actuación del actor-red dentro del sistema formal de innovación (a nivel de Estado y de instituciones de educación superior) y la producción y gestión del conocimiento tecnológico frente a los esquemas interpretativos de los grupos sociales relevantes para la innovación tecnológica, en particular.

Tratándose de un estudio de caso exploratorio en que la interacción con actores de la red ha sido amplia, los hallazgos obtenidos en el estudio de caso GITEM (se trata de un estudio longitudinal que cubrió un período de análisis de 7 años, de 2007 a 2013) nos llevaron a replantear y refinar las preguntas y las estrategias formuladas al inicio de la investigación. Principalmente, las experiencias concretas sobre la dinámica de configuración del actor-red, las relaciones universidad-empresa-Estado-comunidad, las prácticas de cooperación

[55] De acuerdo con las estadísticas del DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) de forma histórica, y según datos al primer período del año 2012, Colombia concentra en tres áreas metropolitanas el 71.4% del personal que labora en la industria nacional, así: Bogotá, 40.1%; Medellín, 19.8% y Cali, 11.6% (Encuesta Anual Manufacturera -EAM-2012, DANE 2013).

[56] En este sentido, las tres ciudades concentran el 89.56% de entre las 10 primeras IES con mayor número de grupos de investigación reconocidos por Colciencias y avalados por sus respectivas IES (Estimado en base a datos Gráfica 3.1.9 -OCyT 2013, pág. 71); asimismo, sobre los diez primeros departamentos colombianos con mayor número de grupos de investigación reconocidos por Colciencias y activos al año 2013, los departamentos de Cundinamarca (Capital Bogotá), Antioquia (Capital Medellín) y Valle (Capital Cali) concentran el 73.83% del total de grupos (estimado en base a datos Tabla 3.2.3 -OCyT 2013, pág. 84).

interorganizacional, de gobernanza, de gestión del conocimiento tecnológico y la aparición de conflictos de intereses alrededor del diseño y desarrollo de objetos técnicos[57], contribuyeron de manera significativa en la definición de las variables e indicadores o factores del modelo de efectividad y en la formulación de las hipótesis de partida para el estudio empírico de confirmación del modelo propuesto (bajo la estrategia de estudios de casos múltiples).

En contraste, las unidades de observación en el estudio de casos múltiples estuvieron direccionadas, específicamente, hacia el conjunto de factores definidos en el modelo teórico de efectividad y se abordaron a través de la aplicación de un cuestionario determinado; en este sentido, se buscó, en última instancia, confirmar las proposiciones teóricas de la presente tesis, a través de contrastar las hipótesis formuladas para esta indagación.

La entrevista fue el método de indagación ampliamente utilizado en la presente investigación. En este sentido, en territorio colombiano entrevistamos a trece informantes calificados como expertos: cuatro de ellos ocupan posiciones del más alto nivel gerencial del sector industrial y de servicios, quienes se encuentran involucrados en procesos de generación de innovación tecnológica en el marco del Sistema Nacional de Innovación de Colombia; cinco, ocupan direcciones generales en instituciones académicas y de Estado (Colciencias), y cinco, son investigadores científicos, quienes fungen de directores líderes de grupos de investigación académicos y, actualmente, dos de ellos ostentan la categoría de Consejero-investigador del Estado- Colciencias (Véase el apéndice AP-A-3).

El análisis de la información recopilada a través de este método contribuyó, en primer término, en el proceso de formulación de las hipótesis y como método para una validación cualitativa de las variables planteadas en el modelo de efectividad propuesto; luego, contribuyó en el análisis y desarrollo de las conclusiones sobre los hallazgos de la investigación a través de los cuestionarios.

[57] Las experiencias concretas del caso GITEM y de los casos múltiples, pueden revisarse a lo largo de los subcapítulos 6.3 hasta el 6.7.

La duración de las entrevistas osciló entre una y dos horas, con lo cual fue posible profundizar en aquellos aspectos de relevancia para el estudio; sin excepción, en todos los casos, las entrevistas se realizaron *in situ*, entre el área metropolitana de Bogotá, Medellín y Cali (Colombia); este conjunto de entrevistas (con informantes-expertos) las llevamos a cabo en el transcurso de dos ciclos, entre diciembre de 2010 y abril de 2011 y, luego, entre abril de 2013 y noviembre de 2014[58]; algunas de las sucesivas entrevistas con el mismo actor se pudieron realizar por vía telefónica. En todo caso, todas las conversaciones, excepto las de vía telefónica, fueron grabadas en medio digital, a través de un grabador de sonido con USB[59] integrado, y con la respectiva autorización por parte de la o del interlocutor, lo cual facilitó la transcripción total del material.

Adicionalmente, realizamos algunas visitas de observación a laboratorios científicos relacionados con procesos de generación de innovación tecnológica de producto y de proceso, en que ocasionalmente fue posible grabar imágenes de algunos laboratorios ingenieriles, en las inmediaciones de Cali, Bogotá y Medellín (Cfr. subcapítulo 5.2.4).

En resumen, sobre las técnicas de investigación social, resaltamos que en esta tesis afrontamos los terrenos de la indagación de campo aplicando la entrevista semiestructurada, a profundidad, las observaciones *in situ* y la encuesta a través de cuestionarios; los temas que abordamos, en forma general, se refirieron a los esfuerzos de interacción dentro y hacia afuera de la red, a las dificultades de interacción intra-red, la gobernabilidad y el acceso a recursos y capacidades de innovación (Véanse los apéndices, AP-A-2 y AP-B-2). De esta manera, reforzamos las técnicas de investigación sobre estudios de caso, en particular. Sin embargo, según J. Hartley (1994), acotamos que un estudio de caso está definido por su

[58] Por razones de índole estrictamente personal y familiar, la investigación tuvo un receso de aproximadamente año y medio (entre junio de 2011 y diciembre de 2012), luego de lo cual, la investigadora continuó con el estudio del caso primario GITEM, las entrevistas a informantes-expertos y la investigación de campo, a través de la elaboración y aplicación del cuestionario para el acopio de los datos de confirmación de las variables del modelo de efectividad propuesto en esta tesis.
[59] La sigla informática USB (Universal Serial Bus) se refiere, simultáneamente, al dispositivo de almacenamiento de datos y al puerto que permite extraer la información almacenada en este dispositivo.

orientación teórica y el énfasis en la comprensión de procesos dentro de sus contextos más que por las técnicas utilizadas para su análisis.

Luego de estas consideraciones, en los subcapítulos: 5.2.3 y 5.2.4 a continuación detallamos las características metodológicas en cuanto al acceso al terreno de la indagación, los materiales y los métodos de recolección de datos e información aplicados en los casos estudiados en esta tesis.

5.2.3 Acceso al terreno y distintivos metodológicos en el caso único GITEM

En sí, el estudio del caso único GITEM refiere a la red sociotécnica representada por el grupo de investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Occidente (Cali, Colombia) en Tecnologías para la Manufactura (desde donde se desprende la denominación de grupo o caso GITEM); las innovaciones tecnológicas, alrededor de las cuales se ha conformado la red y su dinámica de interacción, están referidas al campo de la ingeniería de nuevos materiales.

El acceso al terreno, tal como lo indicamos en el subcapítulo precedente, lo realizamos, en una primera instancia, a mediados del año 2010, en que iniciamos la búsqueda de proyectos de investigación en innovación tecnológica de producto o proceso, que hubieran sido presentados por universidades colombianas (situadas en o alrededor de las tres grandes ciudades: Bogotá, Medellín y Cali) en el marco de convocatorias previas de Colciencias: años 2007 y 2009; ello, con el fin de identificar una red sociotécnica, bajo el esquema de grupo de investigación académico, que pudiera tomarse como caso único de la investigación exploratoria. A la vez, requerimos que el proyecto de investigación seleccionado, a la fecha de la indagación, se encontrase en proceso de producción y comercialización del conocimiento tecnológico generado, y el grupo de investigación que lideraba el proyecto se encontrase activo y reconocido dentro del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación- SNCTeI de Colombia.

Este ejercicio significó revisar las bases de datos de las convocatorias de Colciencias, correspondientes al Programa Nacional de Ciencia y Tecnología, con

fecha de apertura y cierre, entre diciembre de 2006 y marzo de 2009, respectivamente. En este transitar, identificamos el proyecto del grupo GITEM: "*Desarrollo tecnológico para fabricar carretes para empaque de cables, utilizando como materia prima tetra pak de origen posindustrial y posconsumo en sustitución de madera de bosque nativo",* correspondiente a un tipo de convocatoria regional, específica para apoyar y financiar proyectos de innovación y desarrollo tecnológico del Plan Departamental de Desarrollo del Valle del Cauca. La convocatoria era la No. 401, con fecha de apertura febrero 22 y fecha de cierre abril 23 de 2007 y un presupuesto total de un mil cien millones de pesos colombianos (COP$ 1100'000.000).

En una segunda instancia, accedimos al terreno a través de contactar al Director del proyecto, quien fungía de líder del grupo GITEM. Luego de varias conversaciones, vía Email y telefónicas, para finales del año 2010 fui invitada a realizar una estancia para investigación en la Universidad Autónoma de Occidente (Cali-Colombia), con el fin de revisar la documentación pertinente al proyecto, de participar en las actividades cotidianas del Grupo y de tomar contacto con los actores de la red involucrados en la concepción y resultados de las innovaciones tecnológicas en el campo de las tecnologías de nuevos materiales para la manufactura.

La revisión de documentos comprendió aquellos relacionados con las bases de la convocatoria de Colciencias en el marco del Programa de Regionalización de la Ciencia y la Tecnología en el Valle del Cauca; revistas académicas sobre investigación, desarrollo e innovación e informes anuales sobre desarrollo de la investigación y la innovación tecnológica en las instituciones académicas de la Red Universitaria para la Innovación -RUPI del Valle del Cauca: RUPIV; entre las principales actividades, destacamos la participación (en calidad de invitada especial) en la presentación del Programa de regionalización de Colciencias en el Valle del Cauca, llevado a cabo en instalaciones de la Universidad Del Valle, con la participación de la Presidencia de la República, a través del señor Director de Colciencias, Dr. Jaime Restrepo Cuartas, la Gobernación del Valle del Cauca, el

Comité Universidad-Empresa-Estado -CUEE[60], del Valle del Cauca y Directores de Investigación y Desarrollo Tecnológico de las universidades de la RUPI-V, entre otros.

Asimismo, dentro del período total del estudio de caso GITEM, entre diciembre de 2010 y febrero de 2014, ocasionalmente realizamos otras entrevistas (de carácter informal) con diferentes actores, tanto del ambiente empresarial como académico, directa o indirectamente vinculados con el proyecto de innovación tecnológica del grupo, especialmente, con estudiantes de programas de maestría del Departamento de Ingeniería Mecánica y con profesores investigadores en el área de las tecnologías de nuevos materiales; con mayor intensidad sostuvimos conversaciones telefónicas y a menudo diálogos, cara a cara, con el Director del grupo GITEM, Ingeniero Miguel Ángel Hidalgo Salazar, cuya tesis doctoral en Ingeniería Mecánica aportó en la incubación de la innovación tecnológica generada en el actor-red.

De igual manera, mantuvimos diálogos cara a cara y conversaciones telefónicas con el Economista Eduardo Baena Lorza, quien, en su calidad de Gerente General de la empresa INNOPACK, tuvo un rol protagónico durante el desarrollo de la red, tal como lo relataremos en el capítulo 6, más adelante, en que describiremos el caso GITEM y desarrollaremos una discusión y análisis de la evidencia empírica, en el marco del SNCTeI colombiano, a la luz de los enfoques del constructivismo social en tecnología examinados en el capítulo 4.

De donde se colige que, el *análisis cualitativo* de la información obtenida en el trabajo de campo, esto es, los datos de las observaciones y de las entrevistas a profundidad realizadas sobre los actores de la red sociotécnica dentro del caso GITEM, en definitiva, dan cuenta de lo expresado en las Proposiciones teóricas de esta tesis, posibilitan la identificación de un conjunto de factores prácticos que se presentan tanto en el actor-mundo como en el actor-red, en el marco de las relaciones *Universidad-Empresa-Estado-Sociedad.*

[60] Un mayor detalle sobre la dinámica de los comités Universidad-Empresa-Estado- CUEE y de las alianzas entre universidades para la innovación -RUPI, así como algunos planes de acción y alianzas, específicos, en las regiones del SNCTeI en Colombia, se describen dentro de los subcapítulos 6.2 al 6.7.

Desde esas consideraciones, el estudio cualitativo del caso GITEM, como lo señalamos en líneas anteriores se caracterizó por el acercamiento y la vivencia con los fenómenos sociales que investigamos dentro de su contexto; ello nos permitió analizar los aspectos concernientes a la forma como se desarrollan los procesos de construcción de relaciones, la intermediación de actores, el aparecimiento de las controversias y las negociaciones de los márgenes de maniobra de unos actores frente a los otros.

Todos estos factores prácticos fueron de utilidad, tanto para el planteamiento de las proposiciones teóricas de la tesis; cuanto para la definición de las variables del modelo de efectividad de la red de innovación tecnológica y para la formulación de las hipótesis que guiaron el estudio de campo (Cfr. subcapítulo 5.2.4); posteriormente, el análisis cualitativo del caso GITEM sirvió de base para la construcción explicativa de la tesis, a través del relacionamiento de las proposiciones teóricas con la evidencia empírica de otros casos similares (Cfr. capítulo Seis).

5.2.4 El Modelo de Efectividad de la red y la Indagación de tipo confirmatorio: Modelación de Ecuaciones Estructurales

Como estrategia de investigación con propósitos de carácter explicativo sobre el fenómeno de la efectividad de la red sociotécnica de innovación tecnológica, en esta sección de la tesis nos enfocamos en la operacionalización del modelo de efectividad de la red (de acuerdo con el esquema integrado que propusimos en el subcapítulo 5.1.2, figura 9) y en la descripción de los métodos utilizados en la recopilación de datos cualitativos y cuantitativos para establecer de manera definitiva los factores sociales y técnicos a través de los cuales nos sea posible explicar la configuración y la dinámica de relacionamientos que fortalecen los procesos de innovación tecnológica en las organizaciones, tal como reza el objetivo central de esta tesis.

En esta dirección, la indagación de tipo cualitativo y cuantitativo la condujimos bajo el marco de los estudios de casos múltiples, sobre tres contextos en que se desarrollan redes interorganizacionales para la generación de innovación tecnológica, en territorio colombiano, en el sentido que esas redes involucran

relacionamientos de actores bajo el esquema Universidad-Empresa-Estado-Sociedad y, en el seno de estos contextos, las redes de innovación se hallan configuradas, tal como en el caso GITEM, a través de destacados *grupos de investigación* académicos, con lo cual llevamos a cabo la discusión de las "*proposiciones teóricas*" (Yin 1994) de esta tesis.

Sin embargo, en el marco del análisis de la evidencia empírica, el análisis de los datos obtenidos de los cuestionarios aplicados a los grupos de investigación, dentro de los casos múltiples, tienen como propósito adicional servir como canales o vías para verificar las hipótesis que formulamos sobre las relaciones que establecimos en el modelo de efectividad. Para la presente tesis, tal como lo describimos más adelante, en este mismo subcapítulo, las proposiciones teóricas van a ser contrastadas a través de la verificación de las hipótesis formuladas, las cuales parten de un "modelo teórico menos elaborado" (Cfr. figura 9).

A través de la investigación de campo buscamos inducir un modelo más definido (de variables exógenas y endógenas y de indicadores o factores observables), sobre el cual sea posible explicar y predecir el fenómeno estudiado (Barley 1990, Bonache 1999). A partir de este modelo, definido en el epígrafe siguiente, llevamos a cabo la elección de los casos, la aplicación de métodos de recopilación de datos cualitativos y cuantitativos y el desarrollo de los análisis sobre la evidencia empírica.

Desde una perspectiva cualitativa, hemos aplicado el "muestreo de casos homogéneos", ya que condujimos la elección de las unidades de análisis y de observación, dentro de los casos múltiples, hacia los grupos de investigación académicos, las organizaciones e instituciones que poseen un "*tipo de experiencia común en relación con el núcleo temático al que apunta la investigación*" (Patton 1987).

Para el estudio de los casos múltiples, hemos establecido la *unidad de análisis* sobre conjuntos de redes sociotécnicas de innovación tecnológica, en que cada *conjunto de red,* en un determinado contexto, es decir, en una determinada

"región[61]" del SNCTeI de Colombia, se tomó como la "*gran unidad de análisis*"; a su vez, la gran unidad de análisis la hemos representado por el conjunto de diferentes grupos de investigación académicos, destacados en cada región. En este sentido, cada grupo de investigación es, a su vez, una "red sociotécnica interorganizacional", es decir, un conjunto de actores intermediarios, convergentes y/o divergentes en torno a una innovación tecnológica de producto/proceso, dentro del SNCTeI en territorio colombiano; en este sentido, cada grupo de investigación académico, es decir, cada *red sociotécnica*, es una "*subunidad de análisis*".

Es así que, en nuestro estudio las *unidades de análisis* comprenden los siguientes tres contextos (dentro de los casos múltiples) de generación de conocimiento tecnológico e innovación tecnológica: Caso 1. Bogotá- Calidad de vida con conocimiento; Caso 2. Medellín- Distrito tecnológico y Caso 3. Cali- Ciudad Inteligente. En el Apéndice AP-B mostramos una lista de redes sociotécnicas (que conformaron la muestra del estudio confirmatorio) en las diferentes universidades, dentro de las regiones o contextos en mención (es decir, de las tres "gran unidades de análisis") y sus respectivas identificaciones, como grupos de investigación académicos dentro del SNCTeI de Colombia.

De esta manera, el total de conjuntos de redes sociotécnicas identificados en los tres contextos se constituyeron en la población de estudio para la validación de los factores determinantes de la efectividad de la red interorganizacional en el campo de la innovación tecnológica (de producto/proceso), con lo cual buscamos alcanzar el objetivo general de la presente tesis.

Sin excepción, todas las universidades consideradas en el estudio constituyen el grupo de instituciones de educación superior destacadas en las tres regiones, en

[61] Las denominaciones regionales corresponden a la "Estrategia de Regionalización de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación", de Colciencias, en materia de transformación productiva con base en el conocimiento, que busca atender las potencialidades y vocaciones territoriales, según los temas de ciencia, tecnología e innovación, en el marco de la política pública, amparada por el Principio de Descentralización de la LEY 1286, Artículo 4 Numeral 3, de 2009. Es así que, las regiones del SNCTeI de Colombia y las ciudades (capitales de Departamentos) consideradas en el presente estudio, son: Bogotá, Distrito Capital (capital del Departamento de Cundinamarca) pertenece a la mayor ciudad de la ***Región Centro Oriente***; Medellín (capital del Departamento de Antioquia) es la mayor ciudad de la ***Región Eje Cafetero***; Santiago de Cali (capital del Departamento del Valle del Cauca) es la mayor ciudad de la ***Región Pacífico***. Las restantes tres regiones corresponden a: la **Región Caribe** (incluye el archipiélago de San Andrés y Providencia), la **Región Centro Sur** y la **Región Llanos**.

materia de generación de innovación tecnológica de producto / proceso, a través de los Departamentos o Facultades de Ingeniería y sus respectivos grupos de investigación de alto desempeño, reconocidos, como tal, en el marco del SNCTeI de Colombia.

En tal sentido, las *subunidades de análisis* están conformadas por los grupos de investigación de los diferentes departamentos de ingenierías de las 11 universidades que conformaron el universo del estudio. De esta manera, para el caso "Bogotá- Calidad de vida con conocimiento", forman parte del estudio: la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad Militar Nueva Granada, la Pontificia Universidad Javeriana y la Universidad De Los Andes. En el caso "Medellín- Distrito tecnológico": la Universidad de Antioquia, la Universidad Pontificia Bolivariana, la Universidad Escuela de Ingeniería de Antioquia y la Universidad EAFIT. Por último, en el caso "Cali- Ciudad inteligente": la Universidad Del Valle, la Universidad Autónoma de Occidente y la Universidad ICESI.

Los materiales de la indagación, desde la perspectiva cualitativa, están sustentados en la observación directa, la revisión documental y las entrevistas. En esta línea, en la recopilación de datos cualitativos, aplicamos la entrevista a profundidad, la observación *in situ* y el análisis de documentos institucionales y académicos que referían alianzas, estrategias y desarrollos tecnológicos alcanzados en cada caso, y en particular, a través de los grupos de investigación académicos, en sus respectivos contextos.

Sobre los documentos institucionales destacamos, entre otros: i) Caso Cali: las publicaciones de la RUPIV (Red de Universidades para la Innovación del Valle Del Cauca) y el Plan Estratégico Regional de Ciencia, Tecnología e Innovación del Valle Del Cauca- octubre de 2011 (referidos en el subcapítulo anterior); ii) Caso Medellín: el Plan Departamental de CT+I "Activa ANTIOQUIA" y el Informe de Gestión- 2013 de RUTA-N; iii) Caso Bogotá: el Plan Estratégico Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación de Cundinamarca: "Construyendo Calidad de Vida con Conocimiento" -enero de 2013, y los mecanismos de alianzas estratégicas

Universidad-Sector productivo, contemplados en el Programa en red "CONNECT Bogotá Región".

La observación sobre los casos la realizamos en diferentes momentos: unos, relacionados con la participación en eventos de ferias y encuentros universidad-empresa-sociedad; específicamente, participamos, en calidad de invitada especial, en la presentación del Programa de regionalización de Colciencias en el Valle del Cauca, en diciembre de 2010 (evento descrito en el subcapítulo anterior, 5.2.3) y en el lanzamiento de "La Rueda de Negocio", organizado por la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación -OTRI, de la Universidad del Valle, en la ciudad de Cali, en septiembre de 2014.

En otros momentos, las visitas de observación estuvieron direccionadas hacia los laboratorios científicos para el emprendimiento en innovación tecnológica. Específicamente, realizamos visitas dirigidas a los siguientes laboratorios en Medellín: la Unidad de Investigaciones del Hospital General de Medellín, "Luz Castro de Gutiérrez"; en la Universidad Escuela de Ingeniería de Antioquia, el laboratorio de Bioinstrumentación, en la Sede de Zúñiga y los laboratorios de incubación de empresas de base tecnológica en las inmediaciones del complejo tecnológico de RUTA-N.

Adicionalmente, realizamos visitas dirigidas a los siguientes laboratorios: en la Universidad del Valle, los laboratorios de Caracterización y de Desarrollo de materiales, del grupo GMC, y los laboratorios de Mecánica de Fluidos y de Geomática de la Escuela de Ingeniería Civil y Geomática, del grupo de BIOMECÁNICA; en la Universidad Autónoma de Occidente, los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Mecánica; en la Universidad ICESI, el laboratorio del grupo I2T, de la Escuela de Informática y Telecomunicaciones; en la Universidad Militar Nueva Granada, el laboratorio de Electrónica y Telecomunicaciones; y la Unidad de Medio Ambiente y Programas Sociales de la organización Tetra Pak Colombia, con sede en Bogotá.

En esta parte de la tesis, el análisis de la evidencia empírica, desde una perspectiva cualitativa, apunta en dos direcciones. En una primera instancia,

describimos el contexto de los casos de estudio (i. Bogotá - Calidad de vida con conocimiento, ii. Medellín - Distrito tecnológico y iii. Cali - Ciudad inteligente), y evidencia las relaciones interorganizacionales de interés para la tesis, en el marco del modelo Universidad-Empresa-Estado del SNCTeI de Colombia.

En una segunda instancia, luego de realizar el análisis cuantitativo, de tipo confirmatorio de las variables del modelo de efectividad, volvemos al estudio cualitativo, esta vez enfocándonos en el análisis de las dimensiones o constructos (variables latentes) del modelo, en función de las cuales trataremos cada una de las proposiciones teóricas de investigación propuestas. Cabe aclarar que, en este análisis (por razones del tamaño pequeño de la muestra para la aplicación del cuestionario para la indagación de tipo confirmatorio), no aplicamos una "contrastación de los casos", sino una "*inmersión de casos particulares en una caso general*", tal como lo recomiendan Glaser y Strauss (1967).

Por tanto, desde una perspectiva cuantitativa basamos la indagación sobre un estudio de tipo confirmatorio, basado en el análisis multivariante, que aplica el "modelo de ecuaciones estructurales" (tal como lo justificamos en el subcapítulo 7.1) sobre los datos recopilados en el cuestionario diseñado para el efecto. La elaboración del cuestionario estuvo orientada por la definición de las dimensiones y variables del estudio y por la formulación de las hipótesis de partida (Chiva, 2001), de tal forma que las unidades de observación, tratadas en el cuestionario, las referimos hacia las dimensiones de estructura y de integración de la red, como también, hacia los aspectos del contexto de cooperación y de los esquemas de la *flexibilidad interpretativa*, que influyen en el nivel de efectividad de la red de innovación tecnológica (Cfr. subcapítulo 5.2.4, literal a, figura 10 y, de manera resumida, en el cuadro 11 dentro del literal b).

Para la aplicación del cuestionario, accedimos al terreno de indagación a través de dos tipos de documentos: i) "Modelo de Medición de Grupos de Investigación, Desarrollo tecnológico y/o de Innovación -año: 2013" (Colciencias 2013b) en que identificamos, en primer lugar, la clasificación de los grupos de investigación por categorías (A1, A, B, C y D), luego, identificamos la valoración del grupo en relación con sus "productos resultados", el cual a partir del año 2013

comprende cuatro tipos de productos resultados (Véase el detalle de esta tipología en Anexo 2), y ii) en el documento sobre los resultados preliminares de la Convocatoria COLCIENCIAS 640 de 2013 (Colciencias 2013a): "Reconocimiento y Medición de Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico y/o Innovación", publicado en marzo de 2014 (Colciencias 2014a), en el cual identificamos las universidades con mayor concentración de grupos de investigación reconocidos por Colciencias (tal como lo señalamos en el subcapítulo 5.2.2).

Dentro de estas instituciones universitarias, identificamos las escuelas de ingeniería, pertinentes para la tesis, y dentro de ellas, fuimos señalando los grupos de investigación de alto desempeño, es decir, los grupos de las categorías A y A1[62] que presentaban resultados de innovación a nivel de producto y/o proceso o procedimiento tecnológicos.

El alcance de la investigación empírica, por tanto, se definió para esas instituciones universitarias, en el *Área de conocimiento*: "Ingeniería y Tecnología". El criterio que primó para seleccionar las *escuelas de ingenierías* del estudio, en dichas universidades, obedeció a una clasificación previa de los *Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología*, que a su vez abarcan la mayor concentración de grupos de investigación en las categorías A1 y A de Colciencias. De esta manera, los programas de ciencia y tecnología que se seleccionaron fueron: "*Electrónica / Telecomunicaciones / Informática", "Biotecnología" y "Desarrollo tecnológico e Innovación industrial y en salud"; a su vez,* las ramas de ingeniería afines a estos programas, con grupos de investigación consolidados a nivel de desarrollo tecnológico en productos y procesos, fueron: Civil y Ambiental, Biomecánica / Biomédica / Bioingeniería, Eléctrica, Electrónica, Mecatrónica y Telecomunicaciones e Ingeniería De Materiales y Mecánica.

La depuración de los grupos de investigación, que identificamos en las diferentes escuelas o departamentos de ingeniería, en las tres ciudades, se la realizó a

[62] De acuerdo con el puntaje obtenido en el instrumento de evaluación de grupos de investigación Colciencias: "*Perfiles de Grupo de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación"* y la edad del grupo, Colciencias establece cinco categorías: A1, A, B, C y D, y una calificación global sobre 10 puntos, en que la aportación del ítem: "productos resultados" suma un total de 8.5 puntos (Colciencias 2013b, 11).

través de la indagación documental en cada uno de los respectivos *GrupLac*[63] de la base de datos *SCienTi*[64]- Colciencias, en que confrontamos los datos de los resultados de medición de los grupos que respondieron a la Convocatoria/Colciencias 640 de 2013[65], publicada en abril de 2014, y la información registrada de cada grupo en las mencionadas bases de datos. La lista definitiva de grupos de investigación académicos en las categorías A1 y A, correspondiente a las universidades, escuelas de ingeniería y programas nacionales de ciencia y tecnología, seleccionados para el estudio en las tres ciudades, sumó un total de 62 (es decir, 62 subunidades de análisis).

Cabe resaltar que los grupos de investigación identificados, virtualmente se replican en las distintas universidades en el sentido de la conformación de redes sociotécnicas para la innovación tecnológica de producto o de proceso, según el Área de conocimiento y según el Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colciencias; ello significa que los casos de la muestra, al replicarse, es decir, al repetirse entre ellos los mismos esquemas de conformación de redes, en sus respectivos contextos, el estudio se torna consistente (Yin 2003, Eisenhardt 1989), tanto en su análisis cualitativo como cuantitativo.

Una vez definidas las unidades de observación y análisis en los casos múltiples contextuales describimos los pasos seguidos para la indagación de tipo confirmatorio; es así que, a partir de la investigación de tipo exploratoria definimos las dimensiones o constructos y, para cada una de estas, las respectivas variables o factores observables; posteriormente, definimos la estructura del modelo, a través del establecimiento de las relaciones causales, que nos sugirioó la teoría y los resultados

[63] La herramienta informática GrupLac es un software producido por el CNPq (Consejo Nacional de Pesquisa, de Brasil), que Colciencias lo ha adaptado específicamente para el diligenciamiento y actualización de la información concerniente a los grupos de investigación del SNCTeI.
[64] El SCienTi es una red pública de fuentes de información y de conocimiento, que promueve, a la vez, un espacio cooperativo de interacción entre los actores de los sistemas o comunidades nacionales de ciencia, tecnología e innovación de sus países miembros: www.scienti.net
[65] Vale aclarar que la información registrada en los GrupLac se encuentra actualizada en tiempo real, mientras que la información que se proporciona en el documento oficial de Colciencias: "*Reconocimiento y Medición de Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación-Convocatoria 640 de 2013*", corresponde a los resultados obtenidos por los grupos en el período 2011-2012; en el período indicado, la publicación de resultados preliminares de esa convocatoria, con fecha 12 de marzo de 2014, se definió que Colciencias reconoció a 3695 Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico y/o Innovación y, dentro de estos, solamente 631 obtuvieron la clasificación en las Categorías A1 y A, a lo largo del territorio nacional (Colciencias 2014a, 3).

de la indagación exploratoria; a continuación, operacionalizamos las variables del estudio, identificando los criterios o factores observables e indicando su rol en el modelo causal, así como también, el tipo de variable (endógena o exógena) y las preguntas de la indagación de campo.

Luego, formulamos las hipótesis que guiaron el estudio sobre las variables y criterios definidos para el modelo de efectividad de la red de innovación tecnológica. Finalmente, describimos el método de indagación, las características de la muestra y los análisis descriptivos del estudio, en lo concerniente a las pruebas de hipótesis sobre las relaciones entre las variables del modelo y la estimación de los parámetros de evaluación, bajo la modelación de ecuaciones estructurales.

Enseguida, describimos los pasos seguidos para la investigación de tipo confirmatorio.

a) Variables del modelo estructural de efectividad

A partir del análisis del caso GITEM, como parte de la investigación exploratoria y bajo el marco de las propuestas teóricas de esta tesis, a continuación describimos la metodología que aplicamos en la definición de los indicadores o factores para cada una de las categorías o dimensiones con los cuales conformamos el modelo empírico de efectividad de la red sociotécnica en el ámbito de la innovación tecnológica, según la estructura propuesta en el modelo teórico (Véase la figura 9).

Como lo mencionamos en el Subcapítulo 5.1, el modelo de efectividad que proponemos en esta tesis, toma como base las categorías o dimensiones planteadas en los modelos de efectividad previos, propuestos por autores contemporáneos, como Keith Provan, Brinton H. Milward, Patrick Kenis, James Goes, Seung Park y Gautam Ahuja, en el sentido de *la estructura*, *la integración* y *el contexto* en que opera la red (Cfr. subcapítulo 3.2). Sin embargo, este estudio es diferente, ya que incorpora elementos de la teoría del Constructivismo social en tecnología, a través de: i) El enfoque de actor-red, ii) El enfoque de red sociotécnica y iii) El enfoque de eficacia

de los procesos de construcción de los objetos técnicos, temas tratados en el Capítulo 4 del presente trabajo.

Adicionalmente, remarcamos que los distintos criterios o factores que hemos incorporado en el presente modelo, también difieren de los modelos preliminares, ya que en esta tesis dichos factores surgen como resultado de los análisis realizados, por una parte, sobre la información primaria que la investigadora obtuvo del proceso de indagación exploratoria: desarrollo de las entrevistas a profundidad y las observaciones dentro del caso de estudio GITEM; por otra, a través del estudio de documentos institucionales en materia de desarrollo tecnológico e innovación y de evaluación de los resultados investigativos que recae sobre los grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, reconocidos por Colciencias, en el marco del SNCTeI , en territorio colombiano.

Para Colciencias, un grupo de investigación científica, tecnológica o de innovación, reconocido, se lo define de la siguiente manera:

> Conjunto de personas que se reúnen para realizar investigación en una temática dada, formulan uno o varios problemas de su interés, trazan un plan estratégico de largo o mediano plazo para trabajar en él y producen unos resultados de conocimiento sobre el tema en cuestión. Un grupo existe siempre y cuando demuestre producción de resultados tangibles y verificables fruto de proyectos y de otras actividades de investigación convenientemente expresadas en un plan de acción (proyectos) debidamente formalizado
>
> OCyT 2014, 61

Por todo lo revelado hasta aquí, y dado que el terreno de estudio de la efectividad de la red sociotécnica interorganizacional se lo ha enmarcado bajo el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación -SNCTeI, en territorio colombiano, la operacionalización del modelo empírico de efectividad, que implica la definición de los indicadores o factores de las dimensiones que aclaramos previamente para el modelo teórico, gira en torno a las siguientes premisas fundamentales:

a1) Premisas para la definición de las variables del modelo

1ª. Como primera premisa, en el modelo empírico conceptualizamos la dimensión "*Efectividad de la red entera*" bajo los metacriterios contingentes (sugeridos por Savoie y Morin), en el sentido de la "satisfacción de los *stakeholders* o grupos de interés" (Cfr. Subcapítulo 3.1, literal c). De esta manera, los factores o indicadores de la efectividad de la red sociotécnica estarían basados en los criterios contemplados en el esquema de valoración de los Grupos de investigación adscritos a Colciencias, en el marco del SNCTeI, cuyo instrumento de evaluación es: "*Perfiles de Grupo de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación*[66]".

El referido instrumento de evaluación comprende 4 grandes tipos de criterios (*metacriterios*) de productos resultados que involucran las expectativas, tanto de la comunidad de usuarios, como de la comunidad de investigadores y científicos académicos (en calidad de grupos de interés o *stakeholders*); estos criterios son:

1. Productos de generación de nuevo conocimiento
2. Productos resultados de actividades de investigación, desarrollo e innovación
3. Productos de apropiación social del conocimiento
4. Productos de formación de recursos humanos

El anexo 2 registra el detalle de las características de cada tipología de "productos resultados", tipificado por Colciencias (Colciencias 2013b, 29).

En esta investigación, y en consideración de la mediación de objetos en los relacionamientos socio-técnicos, basaremos los indicadores o factores de la

[66] El detalle de los criterios de productos resultados se halla especificado en el documento de Colciencias: "Modelo de Medición de Grupos de Investigación, Desarrollo tecnológico y/o de Innovación", diciembre de 2013 (Colciencias 2013b, 30-46); los ajustes realizados al modelo de evaluación de grupos de investigación en cuanto a estos cuatro "productos resultados" de cada grupo de Investigación, Desarrollo Tecnológico y/o Innovación, se pueden revisar en el documento: "Ajustes al Modelo de Medición de los Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación y de Reconocimiento de Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación: año 2014", publicado en octubre de 2014 (Colciencias 2014b).

dimensión *Efectividad de la red sociotécnica* en función de los tres primeros tipos de criterios de productos resultados del esquema de *Perfiles de Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación* de Colciencias, de acuerdo con lo arriba señalado.

Adicionalmente, y como resultado de las observaciones sobre las actividades y resultados del Grupo GITEM relacionadas con la producción y comercialización de una innovación tecnológica en el campo de los nuevos materiales (Véase subcapítulo 7.1.1) y, así como también, como resultado del análisis de las entrevistas realizadas a actores, expertos en procesos de innovación tecnológica (Cfr. apéndices AP-A1 y A2), para esta investigación hemos considerado crítico seleccionar criterios o medidas que reflejen los requerimientos de otro tipo de *stakeholder* o grupo de interés, como es el sector industrial, cuyos requerimientos se relacionan con las actividades de producción y comercialización del conocimiento tecnológico generado en el seno del actor-red o transferido dentro de la red sociotécnica. En este sentido, añadimos un cuarto criterio de efectividad: *Producción y comercialización del conocimiento tecnológico*.

Desde estas consideraciones, determinamos la "Efectividad de la red sociotécnica" como la *variable dependiente* del modelo de efectividad, medida en el sentido de resultados de la red total (*whole network outcomes*) en la generación de nuevo conocimiento y cambio o mejora tecnológica hacia la sociedad en su conjunto. En este sentido, y de acuerdo con lo antes señalado, teorizamos que los 4 indicadores o factores observables para la variable Efectividad de la red sociotécnica son:

1. Comunicación y circulación del nuevo conocimiento tecnológico
2. Resultados de producción y comercialización de los objetos tecnológicos
3. Capacidades innovativas en gestión de la Investigación, el Desarrollo y la Innovación
4. Resultados de las actividades para la apropiación social del conocimiento tecnológico

2ª. Como segunda premisa, conceptualizamos las dimensiones o categorías que se determinaron en el modelo teórico: a) *Estructura de vinculaciones reticulares, b) Integración y gobernanza de la red y c) Contexto de cooperación*, en una relación de causa-efecto sobre los resultados de la red total (*whole network outcomes*), ya que, en definitiva, estas variables constituyen los factores explicativos de la efectividad de la red sociotécnica.

Los indicadores o factores en cada una de estas variables fueron establecidos como las *variables observables* (factores observables) del modelo empírico y sus definiciones particulares se han dado luego de las siguientes circunstancias: en primer lugar, llevamos a cabo una investigación longitudinal (en un período de 7 años, de 2007 a 2013) del caso de estudio primario: Caso GITEM, mencionado en líneas anteriores.

En este caso particular, las relaciones universidad-empresa-Estado-sociedad que se manifestaron a lo largo de ese período mostraron algunas prácticas de intercambio de recursos, acciones de cooperación, de gobernanza y de gestión de conocimiento tecnológico, entre varios actores individuales y organizacionales, en que, a la vez, se presentaron conflictos y convergencias de intereses alrededor del diseño y desarrollo del objeto técnico, de los esfuerzos de producción y comercialización, así como de apropiación del conocimiento tecnológico consistente en una innovación de proceso en el campo de la tecnología de nuevos materiales.

En segundo lugar, las entrevistas a profundidad que condujimos con líderes del sector industrial y de servicios, con directores de investigación, desarrollo e innovación en universidades colombianas y con asesores de la política pública en ciencia, tecnología e innovación (cada uno de los cuales, en algunas circunstancias, estuvo involucrado en la generación de conocimiento tecnológico bajo la relación Universidad-Empresa-Estado-Sociedad), arrojaron luces sobre distintos aspectos relacionados con la cooperación técnica y financiera para la generación de conocimiento tecnológico e innovación, y otros elementos atañidos con la dinámica de relacionamientos híbridos, en lo referente a interacciones bilaterales y multilaterales en los procesos de innovación y a los esquemas de coordinación y control establecidos a nivel del Sistema Nacional de Innovación, a nivel de los

sistemas académicos universitarios y a nivel de los propios grupos de investigación, desde donde surgen y se desarrollan las iniciativas innovativas de generación de procesos y artefactos tecnológicos.

De esta manera, para la variable *Estructura de vinculaciones reticulares* definimos 11 indicadores o factores observables, designados, así:

1. Estudiantes en formación de posgrado que apoyan directamente los desarrollos tecnológicos del Grupo de investigación
2. Las interacciones multilaterales con redes académicas locales o foráneas
3. Las interacciones con el sector empresarial para ampliación de conocimientos sobre problemas reales de este sector económico
4. Las interacciones con actores o líderes comunitarios
5. Interacciones de intercambio de información con entidades del sector educativo
6. Interacciones con entidades artísticas y culturales
7. Interacciones o asociaciones con agencias de prestación de servicios comunitarios
8. Interacciones o asociaciones con entidades que soportan actividades de distribución y/o comercialización
9. Asociaciones con empresas que soportan los procesos de transformación técnica
10. Interacciones con entidades públicas o privadas para producir el total o partes de los procesos o artefactos tecnológicos
11. Los vínculos indirectos que se dan a través de los asociados de los socios directos de la red

Para la variable: *Integración y Gobernanza de la Red* definimos 5 indicadores o factores observables, designados, así:

1. Grado de centralización y de estabilidad del sistema de innovación, nacional, regional o local
2. Normas o procedimientos del Sistema versus urgencia de la actividad empresarial
3. Métodos tradicionales de coordinación y control versus mecanismos que generan confianza, compromiso y reputación de grupo
4. Integración de la red en base a intercambios que generan las relaciones interpersonales
5. Conocimiento tecnológico compartido de manera formal e informal

Para la variable: *Contexto de Cooperación*, definimos 4 indicadores o factores observables:

1. Grado de la cooperación técnica gubernamental
2. Grado de la cooperación financiera pública y privada
3. Grado de la cooperación de sectores industriales
4. Economías de alcance interacadémicas

3ª. Como tercera premisa enfatizamos que, los elementos de la teoría del constructivismo social en tecnología que incorporamos en el modelo teórico propuesto pretenden: i) reflejar el enfoque de actor-red en los grupos de investigación académicos; a la vez, estos serían tomados como las unidades de análisis del estudio empírico de esta tesis; ii) reflejar el enfoque de red sociotécnica (Cfr. subcapítulo 4.2) en las diferentes redes interorganizacionales para la innovación tecnológica, conformadas desde los grupos académicos de investigación, los cuales funcionan amparados en el marco del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e

Innovación SNCTeI de Colombia; y, iii) reflejar el enfoque de eficacia en los procesos de construcción de los objetos técnicos.

Este último enfoque lo hemos incorporado al modelo teórico bajo el componente de *Flexibilidad Interpretativa* (Componente 3; Véase la figura 9), en el cual se refleja la apreciación de las propiedades inmanentes y sociales de los objetos o artefactos de la innovación y del conocimiento tecnológico generado y su interrelación o incidencia sobre los resultados en materia de innovación tecnológica de la red sociotécnica en su conjunto. En estas circunstancias, el componente o dimensión de Flexibilidad Interpretativa se asume como la *variable exógena* del modelo.

En consecuencia, bajo la dimensión de Flexibilidad Interpretativa, tal como lo sugiere la teoría constructivista social en tecnología, definimos 4 criterios o factores observables que, en definitiva, recogen la posición constructivista en el sentido que "*el núcleo de la tecnología que constituye el funcionamiento y uso de los artefactos técnicos está socialmente construido*" (Bijker 1995, citado en Lawler 2003, 57):

1. Propiedades sociales (no inmanentes) de los objetos técnicos científicamente producidos
2. Mediación de los objetos en las acciones sociales innovativas
3. Significación atribuida a los objetos técnicos (artefactos) adoptados
4. Grado de estabilización de las interpretaciones sociales sobre los artefactos con el transcurso del tiempo

a2) Operacionalización del modelo estructural de los factores determinantes de la efectividad

El conjunto de dimensiones o variables y de criterios o factores, hasta aquí formulados, los hemos tomado como base para el análisis cuantitativo y estructural de los factores determinantes de la efectividad de la red de innovación tecnológica, con lo cual alcanzaríamos el propósito principal de esta tesis.

Para el efecto, a través de la figura 10 construimos un modelo de interdependencias, mediante el cual representamos las variables observables, los constructos (variables latentes o factoriales) y las relaciones de causalidad que muestran la influencia directa o indirecta sobre la efectividad.

De acuerdo con esta estructura de modelo, para la operacionalización y análisis cuantitativo hemos definido 4 constructos (variables latentes) y 28 criterios o factores (variables observables), los cuales responden a la investigación teórica y de indagación de campo, de carácter exploratoria (Cfr. subcapítulos 5.1.2, 5.2.3 y capítulo 6), de esta tesis.

Es así que, para la estimación del constructo *Estructura de vinculaciones reticulares* empleamos 11 variables (de la B1 hasta la B11) que reflejan las interacciones entre actores académicos y figurantes del sector industrial y de la sociedad en su conjunto; otras 5 variables (de la D1 a la D5), que reflejan las formas de coordinación o integración y control de las actividades intra-red, las empleamos en la estimación del constructo *Integración y gobernanza de la red*. Adicionalmente, empleamos 4 variables (de la C1 a la C4), que reflejan la cooperación técnica y financiera interinstitucional UEE (Universidad-Empresa-Estado), para la estimación del constructo *Contexto de cooperación*.

Finalmente, para la estimación del constructo *Efectividad de la red sociotécnica*, empleamos 4 variables o criterios (de la EF1 a la EF4) que recogen los resultados a nivel de red total, respecto de la generación, socialización y usos y apropiación del nuevo conocimiento tecnológico. Adicionalmente, en una relación de causalidad sobre la Efectividad, empleamos los tres constructos, citados anteriormente, y las cuatro variables o criterios del enfoque constructivista social de la tecnología (de la A1 a la A4).

La figura 10 muestra las relaciones entre las variables; sobre este esquema, enfatizamos que los cuatro constructos anteriormente referidos se definirían como las variables endógenas del modelo, mientras que las 4 variables observables o criterios del enfoque constructivista social se definen como las variables exógenas o

predictivas de la variable latente "*Efectividad de la red sociotécnica"; la variable Efectividad es, a la vez, endógena c*omo constructo (variable latente).

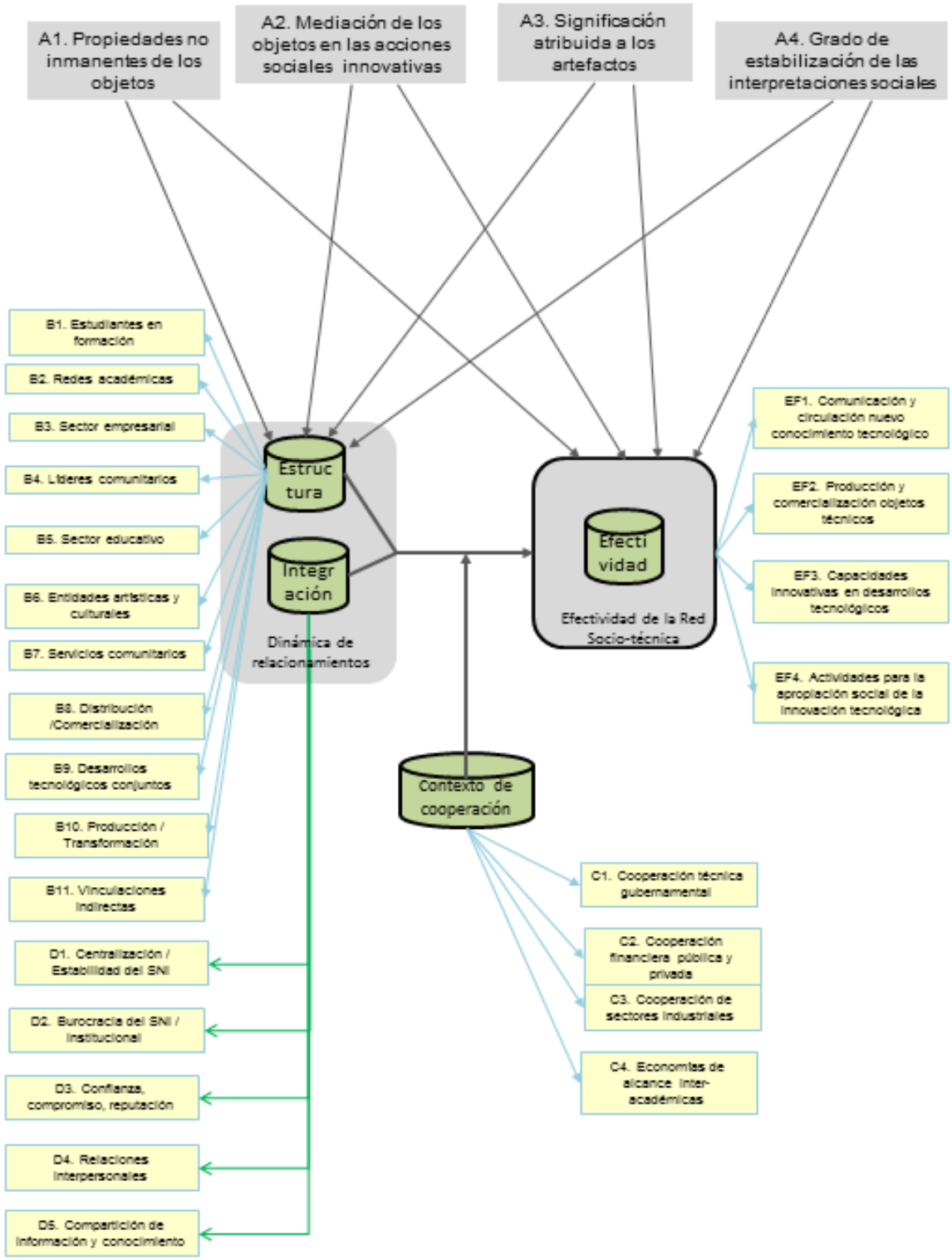
De esta forma, en el cuadro 11 presentamos un detalle de las características de las variables ensayadas en el estudio, que contiene los nombres de las variables latentes y sus roles estadísticos, la denominación de las variables observables (criterios o factores de observación) y la relación con las preguntas del cuestionario, de acuerdo con el esquema de modelo de efectividad práctico, bosquejado en la figura 10.

A partir de este tipo de modelo, en que hemos definido variables observables y variables latentes, en una relación causal, nos compete aplicar un análisis de ecuaciones estructurales lineales, en el marco de la técnica de "Modelización con Ecuaciones Estructurales" -SEM (*Structural Equation Modeling*), consistente en un análisis de estructuras de covarianzas (análisis de correlación entre variables) , que nos sirva de conducto para explicar las relaciones entre variables observables y variables latentes y entre las variables latentes.

La técnica *SEM*, que actualmente ha incrementado su aplicación para el caso de análisis de datos en la investigación de las ciencias sociales, permite analizar la modelización de variables observadas y de variables latentes a partir de esquemas de relaciones definidos a priori por el investigador y la teoría de referencia, poniendo de relieve los aspectos esenciales de la situación explicada (Lévy 2005). La función de los modelos *SEM* no es corroborar las relaciones causales entre las distintas variables, sino facilitar su análisis y toma de decisiones; es así que, el investigador debe proceder a la explicación objetiva de relaciones causales entre las variables, que se caracterizan por su abstracción y subjetividad (nos referimos a los constructos o variables latentes).

Figura 10

Propuesta de Modelo práctico de relaciones causales de la efectividad de la red de innovación tecnológica



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 11

Operacionalización de las Variables del estudio empírico

Dimensión (Constructo)	**Rol de la variable en el modelo causal**	**Código**	**Criterios (Factores observables)**	**Explicación / Pregunta de Cuestionario**
FLEXIBILIDAD INTERPRETATIVA	Exógena	A1	Propiedades sociales (no inmanentes) de los objetos	Los objetos físicos científicamente construidos (*materiales,* prototipos, *artefactos, equipos, dispositivos y procesos técnicos*) siempre incorporan y reflejan aspectos sociales
		A2	Mediación de los objetos en las acciones sociales innovativas	En el diseño y elaboración técnica de los objetos físicos, confluye, de manera contingente, un amplio rango de elementos sociales, de información y de procesos físicos y naturales, lo cual significa que la forma y contenido de dichos objetos podrían haber sido de otra manera
		A3	Significación atribuida a los artefactos	La adopción de objetos físicos puede darse al margen de la calidad de sus características propiamente técnicas (*incluso, pueden darse usos muy distintos de los originalmente diseñados*)
		A4	Grado de estabilización de las interpretaciones sociales	El aparecimiento de un punto de vista o de interpretación sobre el objeto físico acontece en el tiempo; transcurrido el cual, es posible comprobar de forma categórica la efectividad de su transferencia, adopción y uso
ESTRUCTURA DE VINCULACIONES	Endógena	B1	Estudiantes en formación de posgrado que apoyan directamente los desarrollos tecnológicos del Grupo de investigación	Las interacciones con ***estudiantes, en formación*** de maestrías y doctorados, a través de trabajos de investigación con apoyo directo a los desarrollos tecnológicos del Grupo
		B2	Las interacciones multilaterales con redes académicas locales o foráneas	Las interacciones multilaterales con ***redes académicas*** locales o foráneas, en el ámbito de la actividad investigativa de carácter científico y tecnológico
		B3	Las interacciones con el sector empresarial para ampliación de conocimientos sobre problemas reales de este sector económico	Las interacciones intermitentes con el ***sector empresarial***, a través de eventos académicos que amplíen el conocimiento sobre problemas reales de este sector

RETICULARES		B4	Las interacciones con actores o líderes comunitarios	Las interacciones intermitentes con actores o ***líderes comunitarios*** que permitan identificar problemas y necesidades, con soluciones tecnológicas viables dentro del campo de actividad científica de la red en su conjunto
		B5	Interacciones de intercambio de información con entidades del sector educativo	Las interacciones intermitentes con entidades del ***sector educativo***, de intercambio de información, en la búsqueda y solución de sus requerimientos tecnológicos
		B6	Interacciones con entidades artísticas y culturales	Las interacciones intermitentes con ***entidades artísticas y culturales*** que permiten identificar oportunidades de desarrollos tecnológicos en esos campos
		B7	Interacciones o asociaciones con agencias de prestación de servicios comunitarios	Las interacciones bilaterales o asociaciones con agencias de prestación de ***servicios comunitarios*** para desarrollos tecnológicos conjuntos o contratados
		B8	Interacciones o asociaciones con entidades que soportan actividades de distribución y/o comercialización	Las interacciones bilaterales con las agencias o empresas que soportan actividades de ***distribución y/o comercialización*** en los mercados de consumo
		B9	Asociaciones con empresas que soportan los procesos de transformación técnica	Las asociaciones con las empresas que soportan los ***procesos de transformación técnica*** para desarrollos tecnológicos innovativos conjuntos
		B10	Interacciones con entidades públicas o privadas para producir el total o partes de los procesos o artefactos tecnológicos	Las interacciones bilaterales con entidades públicas o privadas con las cuales ***se contrata*** la producción total o de partes de la innovación tecnológica generada por la red
		B11	Los vínculos indirectos que se dan a través de los asociados de los socios directos de la red	Los ***vínculos indirectos***, que se dan a través de los asociados de los socios directos de la red. Estas vinculaciones indirectas podrían proporcionar acceso a flujos de información, requerimientos de innovación y conocimiento tecnológico, provenientes de dichos socios

CONTEXTO DE COOPERACIÓN	Endógena	C1	Cooperación técnica gubernamental	La cooperación unilateral con agencias del gobierno que proporcionan asesoría técnica y otorgan recursos financieros para el desarrollo de investigaciones de ciencia y tecnología, que puedan incluir la compra o adquisición de equipo tecnológico y la contratación y formación de personal de investigación, en el marco de las convocatorias públicas de programas nacionales y regionales de C, T e I
		C2	Cooperación financiera pública y privada	La cooperación unilateral con órganos del Estado y entidades financieras, públicas o privadas, que otorgan exenciones o recursos financieros para las actividades técnicas que se dan dentro del campus universitario o de laboratorios empresariales, en condiciones preferentes o sin rembolso
		C3	Cooperación de sectores industriales	La cooperación unilateral con empresas o emprendedores que actúan como patrocinadores, dando apoyo unilateral a la actividad tecnológica, sin percibir una recompensa explícita a cambio
		C4	Economías de alcance inter-académicas	La cooperación bilateral entre los órganos de diferentes universidades y centros de investigación, para compartir recursos tecnológicos, y el intercambio de información y de investigadores
INTEGRACIÓN Y GOBERNANZA DE LA RED	Endógena	D1	Grado de centralización y de estabilidad del sistema de innovación, nacional, regional o local	Cierto grado de centralización y de estabilidad del *Sistema de innovación*, nacional, regional o local, es necesario para encauzar los proyectos de investigación científica hacia el logro de resultados de innovación en materia de desarrollo económico y social
		D2	Normas o procedimientos del Sistema versus urgencia de la actividad empresarial	Las normas o procedimientos del Sistema, en materia de innovación tecnológica, podrían retrasar los flujos de información hacia el sector productivo, lo cual está reñido con la urgencia de la actividad empresarial para acceder de manera anticipada al mercado de consumo de bienes y/o de servicios
		D3	Métodos tradicionales de coordinación y control versus mecanismos que generan confianza, compromiso y reputación de grupo	Los métodos tradicionales de la coordinación y el control no necesariamente garantizan la estabilidad y buen funcionamiento de la red, mas sí los mecanismos que generan confianza y compromiso para el logro de los objetivos convergentes de sus actores diversos
		D4	Integración de la red en base a intercambios que generan las	La integración de la red, más que basarse en las relaciones contractuales, se construye sobre la base de los intercambios que

			relaciones interpersonales	generan las relaciones interpersonales
		D5	Conocimiento tecnológico compartido de manera formal e informal	El intercambio de nuevas informaciones, conocimientos y competencias, compartidos de manera formal e informal entre los actores de la red, genera un conocimiento tecnológico que está incrustado en las relaciones que estos mantienen entre sí
EFECTIVIDAD DE LA RED SOCIOTÉCNICA	Endógena	EF1	Resultados de comunicación y circulación de nuevo conocimiento tecnológico	En qué nivel considera usted que se ha comunicado el nuevo conocimiento tecnológico (publicaciones y exposiciones en ferias y congresos) que soportan las innovaciones tecnológicas generadas en la red
		EF2	Resultados de producción y comercialización de los objetos tecnológicos	En qué nivel considera usted que se ha dado la transferencia del conocimiento tecnológico al sector empresarial, para su producción y comercialización en el mercado nacional y global
		EF3	Resultados de las capacidades innovativas en desarrollos tecnológicos	En qué nivel considera usted que se hallan las capacidades innovativas en cuanto a la gestión del conocimiento tecnológico generado (registros de propiedad intelectual, productos/procesos técnicos, desarrollos de plantas piloto, prototipos industriales, software, circuitos integrados)
		EF4	Resultados de las actividades para la apropiación social de la innovación tecnológica	En qué nivel considera usted que se han generado las condiciones (actividades, de responsabilidad social, relacionadas con el desarrollo tecnológico y su utilización o consumo) para la apropiación, adopción o uso de los productos y procesos técnicos, por parte de la comunidad de usuarios o beneficiarios

De esta manera, el modelo causal teórico podrá expresarse a través de un sistema de ecuaciones y de variables relacionadas entre sí, con la asistencia de modelos de estructuras de covarianzas, específicamente, mediante el modelo SEM; a través de la contrastación de la bondad de los ajustes a la estructura inicial de los datos, esperamos obtener un modelo final simplificado y las medidas específicas de esas relaciones.

Si seguimos a Bollen (1989) y Byrne (1998), señalamos que la modelación con ecuaciones estructurales -*SEM* (por sus siglas en inglés), es una herramienta de análisis estadístico de una segunda generación, que puede utilizarse desde dos situaciones previas: a partir de la inexistencia de la estructura de los datos, la modelización *SEM* implica un análisis factorial exploratorio con el propósito de poder determinar la estructura entre variables observables y variables latentes, para lo cual, esta técnica requiere de un análisis factorial confirmatorio, posterior, así como una prueba de la "validez discriminante", de tal forma que, a través de las cargas factoriales obtenidas puedan asignarse las variables del estudio a determinados factores o variables latentes (constructos).

Adicionalmente, tal como lo indicamos en líneas anteriores, la modelización con ecuaciones estructurales, cuando se parte de una estructura de relaciones causales entre variables observables y variables latentes (exógenas y endógenas), formuladas por el investigador y fundamentadas en la teoría, consiste en depurar las variables observables y mantener las que mejor representan las variables latentes (Lévy 2005, 783).

A partir de este estado de causalidad (desde el análisis factorial confirmatorio o desde la teoría), las principales características de la modelización consisten en la estimación de las cargas factoriales en las relaciones de dependencias múltiples y cruzadas (entre variables observadas y variables latentes y entre estas últimas), y en la consideración del error de medida en el proceso de estimación (Hair et al 1999).

Asimismo, la técnica permite trabajar simultáneamente con ecuaciones lineales y su representación gráfica. De acuerdo con Gefen et al (2000), la capacidad de modelar simultáneamente variables latentes dependientes e independientes

diferencia al modelo *SEM* de otras herramientas estadísticas de primera generación, como *ANOVA* y el análisis de regresión, que solo pueden manejar una variable dependiente a la vez.

En sí, la modelación *SEM* consiste en un análisis de estructuras de covarianzas del modelo de partida, para lo cual deben seguirse diferentes etapas (Lévy 2005, Bollen 1993, Byrne 1998): 1) Especificación del modelo, 2) Identificación del modelo, 3) Estimación de parámetros, 4) Evaluación del ajuste de medidas, 5) Respecificación del modelo y 6) Interpretación de los resultados.

En esta tesis, partimos de un modelo de efectividad formulado a partir de los fundamentos teóricos planteados a través de la elaboración de un conjunto de proposiciones teóricas, razón por la cual, no es aplicable la etapa previa que implica un análisis factorial exploratorio y una prueba de validez discriminante.

En nuestro estudio, a partir de los datos de las observaciones y la estructura de las correlaciones entre las variables observadas, mediante el aplicativo *SEM*, de *STATA* versión 12, ensayamos cuatro modelos de efectividad bajo el esquema de ecuaciones estructurales, y buscamos aquel que presentara las mejores medidas de ajuste. Para ello, la modelización con ecuaciones estructurales, a partir de la estructuración del modelo de efectividad que hemos planteado en la figura 10, cubrió las etapas del análisis de estructuras de covarianzas, las cuales hemos señalado en líneas anteriores.

A través de este ejercicio, fue factible probar las hipótesis del estudio y validar el modelo conceptual de forma cuantitativa. Los esquemas del modelo conceptual y el modelo de medidas, así como los análisis críticos de los resultados los presentamos en el capítulo 7.

b) Formulación de las hipótesis del estudio confirmatorio

Por lo expuesto hasta aquí y, tal como lo remarcamos al inicio del presente Capítulo, las *proposiciones teóricas* que fuimos formulando a lo largo del desarrollo del marco teórico y referencial de esta tesis, así: subcapítulo 2.2 (*Proposiciones teóricas 1 y 2*), subcapítulo 3.2 (*Proposiciones teóricas 3, 4 y 5*), subcapítulo 4.3

(*Proposición teórica 6*) y subcapítulo 4.4 (*Proposición teórica 7*), conforman el núcleo de la formulación de cada una de las hipótesis preliminares de la presente investigación, en razón que dichas proposiciones teóricas, en definitiva, han configurado el terreno de las entrevistas a profundidad llevadas a cabo en el marco de la investigación exploratoria y son fuente de validación de los factores a considerar en el esquema integrado de efectividad de la red sociotécnica propuesto en esta tesis (Véase la figura 9: Propuesta de Modelo teórico de efectividad).

Además de esto, subrayamos que dentro de la investigación exploratoria el análisis del *estudio de caso GITEM* (Cfr. nota al pie 50, subcapítulo 5.1.1), a su vez, constituye una fuente de validación de los factores a considerar en el esquema integrado de efectividad propuesto, en razón que las experiencias concretas sobre la dinámica de configuración de la red sociotécnica dan cuenta de los componentes del modelo de efectividad que se materializaron a través de los relacionamientos entre los actores del grupo de investigación GITEM y los actores institucionales y del ambiente socio-económico involucrados en una generación de innovación tecnológica de proceso (Véanse detalles y análisis del caso GITEM, a lo largo del capítulo 6).

De tal modo, en base al modelo teórico de efectividad propuesto, en el cuadro 12 formulamos las hipótesis de partida para el estudio confirmatorio, a través de cuestionarios en los casos múltiples.

Cuadro 12
Hipótesis de la investigación y su correspondencia con las Proposiciones teóricas del presente estudio

Hipótesis del estudio empírico	Propuestas iniciales sobre la teoría (Proposiciones teóricas)
En el plano de la dinámica de los relacionamientos del actor-red, u*na mayor calidad de las relaciones Universidad-Industria-Sociedad-Estado tiene un efecto positivo sobre la red en su conjunto en materia de innovación tecnológica.* A partir de esta consideración formulamos las siguientes hipótesis: *H1a: La construcción de relaciones, la diversidad de los vínculos y la intensidad de las interacciones tanto a nivel formal como informal, que propician el aprendizaje interactivo y la producción de conocimiento tecnológico, influyen positivamente en la efectividad a nivel de la red total.*	P.T.2; P.T.4; P.T.5; P.T.6

H1b: Cierto nivel de coordinación y control colectivo basado en la confianza, el compromiso y las normas compartidas dentro del grupo de investigación aumentan la efectividad de la red total.	
En el plano del contexto de cooperación para la innovación tecnológica, formulamos la siguiente hipótesis: *H2: Los esfuerzos de interacción del grupo de investigación con actores interorganizacionales del entorno en la consecución de la cooperación unilateral y bilateral tienen efectos positivos en la efectividad de la red para la generación de innovación tecnológica.*	P.T.1; P.T.3
En el plano de la construcción social del artefacto técnico desde la visión del grupo de investigación académico, respecto de los esquemas interpretativos de la innovación tecnológica desde la sociedad, formulamos las siguientes hipótesis: *H3a: La apertura del grupo de investigación para incorporar aspectos sociales en el diseño y construcción del conocimiento y de los artefactos tecnológicos influye positivamente en la efectividad de la red* *H3b: La apertura del grupo de investigación hacia los variados significados sobre los artefactos tecnológicos por parte de la sociedad influye positivamente en la efectividad de la red*	P.T.7

Fuente: Elaboración propia.

c) Muestra y condiciones previas para la modelización y análisis con ecuaciones estructurales

Como lo indicamos en líneas anteriores (dentro del presente subcapítulo), aplicamos un muestreo de casos homogéneos, con el fin de rescatar desde las unidades de observación y de análisis un tipo de experiencia común en relación con nuestro objeto de estudio; en este sentido, luego de llevar a cabo el proceso de identificación y depuración de los grupos de investigación académicos (redes sociotécnicas para el estudio), dentro de los casos múltiples, se identificó un total de 62 grupos que respondían a las categorías de alto desempeño en innovación tecnológica (categorías A y A1, de Colciencias), de interés para nuestra tesis.

Bajo este escenario, la investigación cuantitativa de tipo confirmatorio la hemos llevado a cabo sobre la base de una población pequeña: 62 unidades de análisis/observación (es decir, 62 grupos de investigación académicos). Por tratarse

de una población pequeña, no aplicamos una "contrastación de los casos", sino una "inmersión de casos particulares en un caso general" (Glaser & Strauss 1967). Ello significó que, la muestra obtenida en la aplicación del cuestionario constituye un "único estudio de caso confirmatorio", para el análisis de los datos cuantitativos; de esta manera, condujimos el análisis de la evidencia empírica hacia la verificación de las hipótesis formuladas (Cfr. subcapítulo 7.2.5) para el estudio confirmatorio de los factores y de las relaciones causales propuestas en el modelo teórico de efectividad, representado en las figuras 9 y 10.

La muestra para este estudio son los líderes de los distintos grupos de investigación en las diferentes escuelas de ingeniería. El contacto con los líderes de cada uno de los grupos se la realizó a través de envío de una solicitud formal de cumplimentación del cuestionario (apéndice A-P-B-1), vía e-mail a los respectivos correos electrónicos institucionales, que se extrajeron de los GrupLac y/o de la información de correos electrónicos de profesores investigadores publicados por la respectiva institución universitaria.

Cuando requerimos que también la persona que fungió de "Entrevistado-Experto", por ser líder de Grupo de investigación contestase el cuestionario, dentro de la carta de agradecimiento le solicitamos que se dignase cumplimentar el cuestionario adjunto y a su vez lo hicieran otros investigadores que colaboren directamente con su Grupo de investigación, en calidad de codirectores o coordinadores (Véase el apéndice AP-B-1). Esta situación se presentó solamente en tres de los 13 "entrevistados-expertos"[67]; pero, solamente en dos de estos casos fue posible obtener respuesta al cuestionario de otros codirectores[68].

Como lo anotamos anteriormente, en virtud del tamaño pequeño de la población, aplicamos el análisis cuantitativo para "un solo caso general" (en vez de "los casos múltiples"); en razón de lo expuesto, los cuestionarios fueron enviados vía email (a través del mail: cdazav@puce.edu.ec) a todos y cada uno de los líderes de

[67] Grupo TIGUM- Universidad UMNG (caso Bogotá); Grupo GIBEC- U. EIA (caso Medellín); Grupo I2T- Universidad ICESI (caso Cali).

[68] Grupo TIGUM, liderado por el Ing. Leonardo Juan Ramírez, PhD (caso Bogotá, en que se obtuvo respuesta al cuestionario por parte de dos codirectores del grupo) y Grupo GIBEC, liderado por el Ing. Robinson Alberto Torres, PhD (caso Medellín, en que se obtuvo respuesta al cuestionario por parte de un codirector del grupo).

los diferentes grupos de investigación académicos que conforman la población dentro del caso general; las respuestas se receptaron a través del mail, arriba indicado, en formatos Word y/o PDF, según la preferencia del informante.

La muestra definitiva de informantes (investigadores académicos de 11 universidades en territorio colombiano) sumó 27 observaciones (27 cuestionarios con respuesta impecable); con lo cual se alcanzó un 43.5% de la muestra poblacional, lo cual resulta representativa del fenómeno social en estudio, dentro de su contexto. Resaltamos que, la base de datos de respuestas a esas medidas proviene de informantes expertos y de científicos en el campo de la generación de nuevo conocimiento tecnológico e innovación (Véanse los apéndices AP.B-3, AP.B-4 y AP.B-5).

Cabe resaltar también que, como instrumento de respuesta a la pregunta de investigación de esta tesis, a partir de esta base de datos, tal como lo señalamos en el subcapítulo 5.2.4, literal a, hemos planteado un modelo de relaciones a través de variables observables y constructos o variables latentes (Véase la figura 10); a la vez desarrollamos un conjunto de medidas en escala de Likert para la recopilación de datos en el cuestionario, cuyos valores permitieron generar las respectivas matrices de varianzas y covarianzas que se requieren en el desarrollo del análisis estadístico del modelo.

La puesta en marcha del modelo la condujimos aplicando un análisis factorial confirmatorio, encuadrado en el modelo de ecuaciones estructurales -SEM, con lo cual a la vez generamos opciones de modelos de efectividad sobre los cuales aplicamos los métodos de ajuste y de índices de bondad de ajuste existentes para rechazar o aceptar un modelo. Los resultados de este estudio cuantitativo los presentamos en el capítulo 7.

5.2.5 Validez y confiabilidad de la investigación: Estudios de caso y Modelo conceptual de efectividad

Como lo indicamos al inicio del subcapítulo 5.2.1, para el logro del objetivo general de esta tesis hemos combinado una doble metodología, tanto en una

dimensión teórica cuanto en una dimensión práctica; lo cual ha significado que en ambas dimensiones hayamos contemplado los aspectos esenciales de la investigación científica: la construcción de la validez y de la confiabilidad.

En cuanto a la validez de los estudios de casos, en Yin (1994) destacamos algunos aspectos claves de la validación interna y externa. En el sentido de la validación interna, destacamos la estrategia de triangulación y de construcción explicativa. En sentido general, la triangulación está referida al uso de múltiples métodos, diversidades de datos, investigadores y teorías en el estudio de un mismo objeto.

En esta tesis, por tanto, indeleblemente revisamos la literatura buscando examinar los enfoques, tanto del Constructivismo Social en tecnología como del Sistema Nacional de Innovación, a la vez contrastándolos con las teorías en el campo de las redes interorganizacionales, en contextos, resultados o fenómenos similares (Eisenhardt 1989, 1991; Eisenhardt & Graebner 2007); en este sentido, los contextos y los fenómenos están relacionados con los procesos de innovación tecnológica que se generan en el seno de grupos de investigación académicos que se encuentran enmarcados en el SNCTeI de Colombia.

Para ello, hemos perfilado un *diseño investigativo* basado en el estudio de casos sobre el cual para cada unidad de análisis hemos utilizado múltiples fuentes de evidencia y nos hemos valido del uso de métodos múltiples en la recogida de información (Yin 1994); asimismo, en distintas circunstancias (textos y escenarios) observamos a diferentes actores; en lo metodológico, contrastamos y comparamos variados registros (actas, informes y textos de las publicaciones relacionadas) y variados puntos de vista, capturados a través de las entrevistas y los cuestionarios aplicados a expertos y científicos en los campos de la investigación y la innovación.

Sobre la construcción explicativa, en los estudios de casos Yin (1994) hace referencia al aporte y sustento de las afirmaciones o proposiciones que se formulan y su relación con las evidencias obtenidas en los casos estudiados y con los argumentos esgrimidos en las conclusiones de la investigación. En aras de garantizar el componente de la validez interna, en la presente tesis analizamos la evidencia

empírica en congruencia con las proposiciones teóricas formulados para el estudio; para ello, establecimos un esquema de relaciones de variables que buscan explicar el fenómeno de la efectividad de la red en el campo de la innovación tecnológica en relación con cinco dimensiones extraídas del marco teórico referencial: i) El contexto de cooperación interorganizacional, ii) El conocimiento tecnológico, iii) Las vinculaciones reticulares en la red, iv) Los esquemas de integración y gobernanza de la red, y v) El esquema de flexibilidad interpretativa en la construcción del objeto de innovación tecnológica (Véanse los cuadros 10 y 11, los subcapítulos 5.1.2 y 5.2.4, literal b, y los capítulos 6.2 y 7.2).

Sobre la validación externa, Yin (1994) y Bonache (1999) hacen referencia a la forma como se generalizan las conclusiones sobre estudios de casos. En nuestro estudio, a través de casos concretos intentamos descubrir las causas o condiciones generales para explicar y predecir el fenómeno de la efectividad de la red en el campo de la innovación tecnológica, por lo cual condujimos el estudio bajo criterios evaluados a partir de los conceptos que se investigan (Yin 1994, 2003); dichos conceptos se evidencian siguiendo el curso de las proposiciones teóricas formuladas, luego, en el planteamiento de las hipótesis y, posteriormente, en el análisis de la evidencia empírica.

Las circunstancias expuestas hasta aquí, pueden favorecer las condiciones de confiabilidad que se requieren en la investigación científica, esto es, el grado de significancia para la investigación futura, en el sentido de repetir el estudio de caso y obtener resultados similares (Yin 1994, Bonache 1999). Para ello, en el presente estudio, además de proporcionar una base de datos de la descripción de los casos, los pasos seguidos en el estudio y el tipo de información recopilada (a través de las entrevistas, la observación y las encuestas), hemos desarrollado un modelo conceptual de efectividad que comprende un conjunto de medidas operacionales (variables categóricas, constructos e indicadores) en cada uno de los conceptos y variables del estudio.

En relación con la confirmación del conjunto de factores y las relaciones entre las variables del modelo de efectividad propuesto, una vez que logramos validar los datos y probar su idoneidad tanto a nivel de *ítem* individual como a través de sus

agrupaciones en variables y constructos, probamos cuatro modelos de ecuaciones estructurales, con el propósito de obtener el modelo más simplificado, estable y con mayor índice de significancia, luego de lo cual arribamos a la verificación de las hipótesis del estudio empírico. Debido a que la validación de los datos se llevó a cabo bajo una muestra teórica (no probabilística), estamos conscientes de la no generalización de los resultados obtenidos; sin embargo, del análisis descriptivo y confirmatorio realizados en el capítulo Siete pretendemos responder a los diferentes cuestionamientos que se formulen posibles investigadores que consulten esta tesis.

PARTE III

EVIDENCIA EMPÍRICA: RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La parte final del presente trabajo la hemos reservado para presentar los aportes que extrajimos de los estudios de caso y su discusión en relación con la tesis que nos planteamos en cuanto que "la efectividad de la red sociotécnica interorganizacional para la innovación tecnológica está condicionada por el contexto político-institucional e industrial y por la dinámica de relacionamientos entre el colectivo híbrido que contribuye en la generación del nuevo conocimiento o cambio tecnológico"; y en relación con lo que nos propusimos indagar ¿Cómo es la relación entre los factores de contexto, estructurales y de integración de la red interorganizacional, en el marco del Sistema Nacional de Innovación en Colombia, que expliquen los resultados en materia de innovación tecnológica a nivel de red entera o total?.

Es así que, primeramente, en el capítulo Seis nos enfocamos en el análisis cualitativo de la evidencia empírica de los casos de estudio que desarrollamos en territorio colombiano con el fin de aproximar al lector al contexto general de la investigación que nos ocupa; a la vez, generar la discusión de la evidencia empírica con los planteamientos teóricos de la tesis.

Para ello, en el subcapítulo 6.1 realizamos unas breves referencias a las características del Sistema Nacional y Regional de Innovación de Colombia, destacando la estrategia de desarrollo y competitividad, en el marco del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación - SNCTeI, que se presenta, a distintos niveles de desarrollo, en cada uno de los contextos estudiados en esta tesis.

A continuación, en el subcapítulo 6.2 exponemos las principales características del modelo de red interorganizacional de innovación tecnológica, que desarrolla el Estado colombiano, a través del impulso en la formación de alianzas

entre la universidad, los sectores industriales y el Estado, a nivel departamental, que como finalidad se pretende la generación y, principalmente, la apropiación y transferencia del conocimiento en el campo de la tecnología y la innovación.

A partir del subcapítulo 6.3 y hasta el 6.8 condujimos el análisis de la evidencia empírica y seguimos el proceso iterativo de construcción de una explicación, descrito en el subcapítulo 5.2.5, en función del cual relacionamos las *proposiciones teóricas* de investigación expuestas en esta tesis. De esta manera, principalmente, en lo concerniente al Caso GITEM, acorde con la narrativa del caso y de las evidencias revisadas en los casos múltiples contextuales, vamos correspondiendo las proposiciones teóricas con los factores determinantes de la efectividad que se evidencian en las situaciones vivenciales descritas, de actores y objetos inmersos en procesos innovativos, en el marco del SNCTeI en territorio colombiano.

Luego, dentro del capítulo 7, primeramente, en el subcapítulo 7.1 damos paso al análisis descriptivo y de modelización de los datos recopilados en los cuestionarios, que fueron aplicados a los grupos de investigación académicos identificados en cada uno de los casos de estudio; luego, en el subcapítulo 7.2 realizamos el análisis sobre los constructos o variables latentes del modelo asociados al esquema integrado de efectividad resultante; finalmente, en el subcapítulo 7.3, en relación con los resultados del proceso de modelización de la red de innovación tecnológica, contrastamos los factores de efectividad de la red entera o total con las hipótesis del estudio; a través del cometido de las hipótesis, por tanto, facilitamos la validación del modelo definitivo, a la luz del conjunto de proposiciones teóricas expuestas en la tesis.

Como cierre de la investigación, en el capítulo 8 nos concentramos en presentar las contribuciones teóricas, metodológicas y de gestión en el ámbito de redes interorganizacionales para la innovación tecnológica, que nuestra evidencia empírica haya puesto de manifiesto; destacamos, a la vez, las limitaciones del estudio y planteamos posibilidades de futuras investigaciones.

Capítulo Seis

Estudio cualitativo. Resultados y discusiones

La capacidad innovativa de una organización está influenciada
por el desarrollo de sus vínculos interorganizacionales.
(Provan & Milward 1995; Goes & Park 1997)

Me sentí, evidentemente, motivada a realizar la investigación empírica en territorio colombiano por el noble sentimiento de transitar en mi primera patria, de la cual partí hace más de 25 años, pero, a la vez, el interés se acrecienta considerando que dentro de la región Andina el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación- SNCTeI de Colombia destaca por contar con una base institucional y normativa sólida; asimismo, la institucionalidad del Sistema Nacional de Innovación- SNI de Colombia, enmarcada en un escenario de tradición acreditada notable, es ampliamente reconocida por la comunidad científica internacional, pues dispone de grupos de investigación académicos de primera línea en diversos campos de la ciencia y la tecnología (Santelices 2010, 165). En su informe sobre evaluación de la Política de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia, la OCDE reconoce el fuerte compromiso con el fortalecimiento de la innovación que se refleja en la prevalencia de la ciencia, la tecnología y la innovación en su Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 (OCDE 2014).

Con estos antecedentes, en las líneas siguientes presentamos el análisis de la evidencia recogida a través de las distintas fuentes de información a las cuales hemos accedido en este estudio. Es así que, tal como lo describimos en el capítulo precedente, la principal característica metodológica de recogida de información, a través de estudios de caso, la basamos en tres aspectos claves: i) la entrevista semiestructurada a profundidad a informantes expertos, ii) la observación participante, con entrevistas informales, casuales, recorridos de observación en diferentes campus universitarios y en instalaciones de organizaciones industriales y

de servicios, y iii) la recopilación de datos documentales, de observación y a través de cuestionarios (Cfr. subcapítulo 5.2).

6.1 El Sistema de Innovación en Colombia. El contexto regional y la Estrategia de Desarrollo Tecnológico y Competitividad

6.1.1 Contextos regionales del SNCTeI: una visión demográfica, política, cultural y de investigación académica

Este subcapítulo lo destinamos para dar a conocer el contexto de la investigación a nivel de las regiones del SNCTeI, que hemos tomado como estudios de caso en materia de conformación de redes interorganizacionales y de grupos académicos para la generación de innovación tecnológica de producto / proceso. La evidencia empírica la direccionamos hacia las tres principales regiones del SNCTeI: Centro Oriente, Eje Cafetero y Pacífico, hemos destacado la participación de los departamentos, respectivos, Cundinamarca, Antioquia y Valle Del Cauca, y a la vez, el protagonismo de las correspondientes capitales de departamento: Bogotá, Medellín y Cali, en un contexto de actividad científico-tecnológica y resaltado algunas características demográficas, políticas, económicas y culturales.

En este sentido, a continuación presentamos el contexto general de los casos estudio de la tesis (casos múltiples): Bogotá: -Calidad de vida con conocimiento, Medellín: -Distrito tecnológico y Cali: -Ciudad inteligente. Paralelamente, presentamos el caso GITEM (correspondiente al estudio exploratorio); aunque el caso refiere a un determinado grupo de investigación, como actor-red en torno a una específica innovación tecnológica; esta red se desarrolla, al igual que en los demás estudios de caso, en un contexto marcado por la institucionalidad del SNCTeI.

Caso 1: Bogotá - Calidad de vida con conocimiento

Bogotá, en su calidad de Distrito Capital[69] (Distrito Metropolitano y Capital de la República de Colombia), forma parte, junto con los departamentos de

[69] La consideración de "distrito" define a las entidades territoriales (los municipios) que poseen características especiales que las diferencia de las demás en cuanto a su economía, sus recursos, su cultura o su papel administrativo y geográfico dentro del territorio colombiano.

Cundinamarca, Boyacá, Santander del Sur y Santander del Norte, de la región Centro Oriente del SNCTeI de Colombia. A nivel departamental, Bogotá es la capital del departamento de Cundinamarca; a nivel de distribución departamental de grupos de investigación, en Bogotá, D. C., se registra el 96.7% del total de grupos del departamento de Cundinamarca (OCyT 2014); en virtud de esta circunstancia, Bogotá, D. C., en términos de la contabilización de los grupos de investigación académicos, a nivel nacional incluye los grupos que se ubican en el resto del departamento de Cundinamarca; es así que, el total de grupos del departamento Cundinamarca suman 1702 grupos reconocidos por Colciencias[70].

a) Características demográficas, políticas y culturales

De acuerdo con la Constitución Política Colombiana, para cada unidad de departamento, se eligen, por votación popular, un Gobernador y varios diputados de la Asamblea Departamental; para el caso del departamento de Cundinamarca la Asamblea la integran 16 diputados, quienes tienen la misión de apoyar las labores del Gobierno Central. Este departamento se encuentra ubicado en el área central del país, sobre la cordillera Oriental, y hace parte de la región Andina; goza del mejor suelo productivo del país, y en ella la sabana de Bogotá (localizada a una altitud de 2640 msnm) alberga la mayor producción de flores del país: Bogotá, D. C., posee la infraestructura económica y de servicios más importante del país y contribuye con el 25% del PIB nacional.

Según datos del Censo 2005-2006 del DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística), Bogotá cuenta con una población de 6’776.009 habitantes; mientras que el área metropolitana de la Capital colombiana, que incluye a Bogotá, D.C., y 17 municipios, alcanza una población de 7’881.156 habitantes; adicionalmente, según datos del DANE para el primer período de 2012 el área metropolitana de Bogotá (Bogotá Distrito Metropolitano) contribuye con el 40.1% del mercado laboral en la industria nacional (Cfr. nota al pie 54, del subcapítulo 5.2.2).

[70] Grupos de investigación reconocidos por Colciencias, activos a 2013: Bogotá D.C. 1629, Cundinamarca 73, Boyacá 131, Santander Del Norte 54 y Santander Del Sur 218 (OCyT 2014, Pág. 76, Tabla 3.1.1).

El territorio de Cundinamarca se constituye en el puente que comunica los llanos Orientales con el puerto de Buenaventura (en el océano Pacífico), así como el sur y oriente del país con la costa Caribe y su salida al mar la realiza a través del río Magdalena. Posee una extensión de 24 mil 210 km^2, de los cuales 1 mil 605 Km^2 corresponden al Distrito Capital. El Departamento está conformado por 116 municipios agrupados en 15 provincias y el Distrito Capital; posee riqueza hídrica, que contempla principalmente al río Magdalena y al Bogotá, con la presencia de lagunas; en sus inmediaciones se localizan importantes industrias: cervecera, metalúrgica, farmacéutica, textil y de grandes cultivos florícolas.

En cuanto a cobertura de servicios públicos, el Departamento presenta índices, en su mayoría por debajo del promedio nacional, excepto por el servicio de energía eléctrica; el PIB per cápita está por encima de los valores nacionales, mientras que la tasa de desempleo, por debajo; estas condiciones sumadas a mejores opciones laborales frente a otros departamentos representa una mejor calidad de vida. Adicionalmente, el Distrito Capital es escenario de múltiples y variadas actividades recreativas, culturales y turísticas pues el territorio cundinamarqués, es el centro prehispánico que alberga vestigios de la cultura Chibcha.

Caso 2: Medellín -Distrito tecnológico

La renombrada Medellín, como "ciudad de la eterna primavera" y "ciudad industrial de Colombia", ha apostado, con el empuje que caracteriza al departamento antioqueño, a convertirse y ser reconocida mundialmente como un "distrito" enfocado al desarrollo de infraestructura tecnológica, educativa y de innovación. En su calidad de capital del departamento de Antioquia, forma parte de la Región Eje Cafetero del SNCTeI, la cual está conformada por los departamentos de: Antioquia, Caldas, Risaralda y Quindío. A nivel de distribución departamental de grupos de investigación, Antioquia registra el 69.6% del total de grupos de la región.[71]

a) Características demográficas, políticas y culturales

[71] Grupos de investigación reconocidos por Colciencias, activos a 2013: Antioquia 660, Caldas 117, Risaralda 113 y Quindío 58 (OCyT 2014, Pág. 76, Tabla 3.1.1).

Medellín es la ciudad más grande de la Región Eje Cafetero, como también la segunda ciudad más grande y más poblada de Colombia. Según datos del Censo 2005-2006 del DANE, la población del municipio de Medellín alcanza los 2'223.078 habitantes, en tanto que el área metropolitana, que incluye a la capital antioqueña y a otros 9 municipios, alcanza la cifra de 3'312.165 habitantes. El área metropolitana de Medellín concentra el 19.8% del personal que labora en la industria nacional, se asienta en el Valle de Aburrá a una altitud promedio de 1538 msnm y el eje urbano del área metropolitana se halla conformado por los cuatro municipios más poblados: Medellín, Bello, Itagüí y Caldas. En razón del declive natural del valle, de sur a norte se crean diferentes pisos térmicos que generan a su vez gran diversidad de productos agrarios, un clima cálido, con poca variación de la temperatura durante el año. El río Medellín atraviesa toda la extensión del valle.

Políticamente, la ciudad de Medellín se constituye en "municipio núcleo" del área metropolitana del Valle de Aburrá; alberga las sedes de la Gobernación de Antioquia, la Asamblea Departamental y la Fiscalía General, como también distintas y pujantes empresas públicas e instituciones y organismos del Estado. También, es sede de empresas nacionales e internacionales en sectores de las industrias: textil, confecciones, metalmecánico, energético, financiero, salud, telecomunicaciones, construcción, automotriz y de alimentos, entre otros, por lo cual desde mediados del siglo pasado se consolida su vocación industrial.

A nivel económico, Medellín es la ciudad más competitiva del país; gran parte de su dinamismo es el resultado del trabajo mancomunado de los distintos organismos públicos y privados para el desarrollo de políticas departamentales y municipales innovadoras. La ciudad es cuna de varias generaciones de empresarios industriales y de obreros asalariados. Actualmente la ciudad y el departamento de Antioquia se encuentran superando altamente la crisis económica sufrida en las décadas de los 70 y 80 e inicios de los 90, marcada por los mayores índices de criminalidad e inseguridad general desencadenados por el narcotráfico, la guerrilla y el paramilitarismo.

Medellín destaca por el trabajo conjunto entre el sector público y el privado para combatir los flujos de violencia urbana y los conflictos sociales de la región,

para lo cual se han desarrollado proyectos de infraestructura importantes como los parques-bibliotecas en áreas urbanas conflictivas, los sistemas de transporte masivo como el Metro y el Metrópolis, la proliferación de eventos culturales y artísticos, y la renovación del espacio público, especialmente el destinado a las actividades deportivas. En este escenario, cabe destacar la renovación de la Unidad Deportiva Atanasio Girardot, que al 2013 cumplió 60 años de su creación; es desde su nacimiento una de las infraestructuras para la recreación y el deporte más completa de Sudamérica; ha sido escenario de los Juegos centroamericanos y del Caribe 1978, los Juegos Sudamericanos de 2010 y sede principal de la Copa Mundial de Fútbol Sub-20 en el 2011; para el año 2018 es sede principal de los Juegos Olímpicos de la Juventud.

Caso 3: Cali -Ciudad inteligente

Cali, la "Sultana del Valle", apunta a convertirse en una "*smart city*", a través de potenciar su capacidad como ciudad global verde y sostenible y de alta productividad en la explotación agrícola. En su calidad de capital del departamento del Valle Del Cauca constituye la urbe mayor de la región Pacífico, del SNCTeI, que la conforman los departamentos de: Valle Del Cauca, Chocó, Cauca y Nariño. A nivel de entidad regional del SNCTeI para el cierre del período de 2013, el departamento del Valle Del Cauca registra un total de 366 grupos de investigación reconocidos por Colciencias, lo cual representa el 67.65% de grupos de la región[72].

a) Características demográficas, políticas y culturales

Cali es la tercera ciudad de Colombia, con 2'068.366 habitantes; esta cifra se eleva a 2´530.756 habitantes sobre el área metropolitana, que la conforman la capital, Cali, y los municipios de Jamundí, Palmira y Yumbo (Censo 2005-2006 del DANE). El área metropolitana contribuye con el 11.6% del mercado laboral en la industria nacional, ubicándola en la tercera economía del país, con una alta especialización en el sector servicios (intermediación financiera y actividades inmobiliarias, empresariales y de tercerización) y en la industria (Encuesta DANE 2013); se asienta

[72] Grupos de investigación reconocidos por Colciencias, activos a 2013: Valle Del Cauca 366, Cauca 78, Nariño 83 y Chocó 14 (OCyT 2014, Pág, 76, Tabla 3.1.1).

sobre el costado occidental del río Cauca, el segundo en importancia del país; la cordillera Occidental la circunda y en el valle en que se asienta alcanza una altitud promedio de 1000 msnm.

Como capital de departamento, Cali alberga las sedes de la Gobernación del Valle Del Cauca, la Asamblea Departamental y la Fiscalía General y las sedes de instituciones y órganos del Estado y empresas públicas locales. Cali y el territorio del departamento del Valle Del Cauca poseen una ubicación geoestratégica privilegiada, ya que cuentan con el principal puerto marítimo del país, cuya ubicación estratégica lo acerca a las principales rutas marítimas del comercio internacional; sin embargo, aún carece de un desarrollo portuario de talla mundial.

El Departamento comprende una red vial de más de 10.000 Km, que representan el 6.5% de los kilómetros de carretera con los cuales cuenta el país; sin embargo, requiere mejorar su potencialidad logística en cuanto a servicios que involucren infraestructura y gestión sobre el ciclo completo de los materiales, desde y hacia el puerto marítimo (transporte, almacenamiento, gestión de inventarios y de condiciones de recepción y entrega).

El área metropolitana tiene el mayor desarrollo industrial y de servicios del departamento, en que destacan 14 empresas dentro de las 100 más grandes de Colombia, en los sectores de: productos alimenticios, sustancias y productos químicos, papel y cartón y productos de plástico y de caucho, y en los sectores de desarrollos informáticos, de intermediación financiera y actividades inmobiliarias y de prestación de servicios de salud.

La influencia afro-colombiana (cerca del 26% de la población) es evidente en la cultura caleña, principalmente, en el ámbito musical; es reconocida como la "*capital mundial de la salsa*", en que destacan importantes grupos y orquestas internacionalizadas. En el ámbito deportivo, cuenta con infraestructura para alta competitividad, por lo cual ha sido sede de importantes encuentros deportivos y campeonatos mundiales en variados deportes como natación, baloncesto, lucha, rugby subacuático, raquetbol, judo, patinaje y ciclismo.

Caso 4: Caso único GITEM -"Carretes para empaque de cables, mediante materia prima "tetra pak" en sustitución de madera de bosque nativo"

El caso único GITEM refiere a la red sociotécnica representada por el Grupo de Investigación en Tecnologías para la Manufactura, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Occidente, en la ciudad de Cali (Colombia); las innovaciones tecnológicas alrededor de las cuales se articula la red las referimos a aquellas que corresponden al campo de la ingeniería de nuevos materiales. En este sentido, la red de innovación tecnológica parte de un proyecto de investigación coordinado (Wagner & Leydesdorff 2005), que se conforma de manera articulada alrededor de la generación de un proceso técnico; en su evolución, esta red adquiere variadas formas, de acuerdo con la etapa de desarrollo de la innovación tecnológica que se pretende alcanzar en ese proyecto.

Este proyecto, cuyo título es: "*Desarrollo tecnológico para fabricar carretes para empaque de cables, utilizando materia prima tetra pak*[73] *de origen postindustrial y posconsumo en sustitución de madera de bosque nativo*", fue presentado ante la Convocatoria No. 401 de Colciencias (febrero - marzo de 2007) y sometido a evaluación por el Comité Ejecutivo del Fondo Regional de Innovación, a través de la Gobernación del Departamento del Valle Del Cauca. El proyecto ocupó el 2º lugar (entre 21 proyectos, de los cuales fueron seleccionados los primeros ocho), con una calificación de 8.39/10.0.

[73] La denominación TETRAPAK, en general, se refiere al nombre comercial de toda forma de envase que esté compuesto por capas de tres tipos de materiales, que garantizan la conservación del producto: una capa de aluminio, una capa de papel cartón (de celulosa virgen) y tres o más capas de polietileno (plástico). A nivel mundial, las soluciones de envasado de estas características son originarias de la innovación tecnológica generada por el ingeniero sueco Ruben Rausing, fundador de la Corporación Tetra Pak en los años 50. El primer tipo de envase Tetrapak diseñado por Rausing tenía una forma de tetraedro, llamado "Tetra Classic", de donde surge el nombre de la compañía. Pocos años después, en la década del sesenta se transforma el envase en una forma rectangular, ya que con este nuevo diseño (denominado "Tetra Brick") se consigue un uso eficiente del espacio y de los materiales, lo cual facilita la distribución y el almacenamiento. En los años sucesivos, esta innovación tecnológica marcó el crecimiento global de la compañía; paradójicamente, el manejo de los desechos generados, tanto por el crecimiento en la fabricación de los envases como en su consumo, revierten altos impactos ambientales, sociales y económicos, por los cuales los países productores y/o consumidores incluyen en sus planes de desarrollo leyes y normas para mitigar los impactos y promover los esfuerzos públicos y privados, que se dirijan en ese sentido.

El objetivo principal del proyecto consistía en desarrollar una tecnología de laminado y aglomerado en caliente, utilizando el residuo de los envases "tetra pak", para desarrollar un tipo de tablero rígido y solo ligeramente pesado en la fabricación de carretes para el empaque de cables eléctricos y telefónicos (se incluyen cables de mayor densidad, como los conductores de cobre o acero no recubiertos). Con este desarrollo se buscaba disminuir y sustituir madera de bosques nativos de la Costa Pacífica (del tipo sajal) que se utilizan en la fabricación de varias referencias de carretes (de madera, metálicos, mixtos, de triplex/aglomerado), según el tamaño, la capacidad de carga y los materiales de fabricación.

Tanto en la fabricación de carretes de madera como de carretes mixtos, el desperdicio de madera que se genera puede alcanzar hasta un 28%, según como la madera se aplique en el tambor del carrete y/o en las dos tapas laterales (paredes, discos o alas). A ello, debe sumarse los costos por inmunización (aproximadamente, 10% del costo del material virgen), de acuerdo con la Norma FAO NIMF15[74]. Desde estas circunstancias, el proyecto propone la sustitución de la madera por el "tetra pak" reciclado, ya sea de origen posconsumo o posindustrial, logrando a la vez impactos sociales, ambientales y económicos para la región.

Como lo hemos remarcado en el capítulo 5.2, este caso, en particular, constituyó la estrategia de investigación exploratoria, esto es, de "apertura mental ante el problema a investigar" (Cook & Reichardt 1986). De acuerdo con Chiva G. (2001, 122), el caso GITEM se constituye, entonces, como caso *singular, especial o "revelador- permite explorar un fenómeno determinado",* en virtud de lo cual, tal como lo hemos remarcado en el subcapítulo 5.2.3, desde un ángulo exploratorio, este caso fue de utilidad tanto para el planteamiento de las proposiciones teóricas de la tesis, cuanto para la definición de las variables del modelo teórico de efectividad propuesto y para la formulación de las hipótesis que guiaron el estudio de campo.

La descripción del proyecto de investigación dentro del caso GITEM, la evolución de la red sociotécnica, junto con los principales relacionamientos socio-

[74] La norma internacional FAO NIMF15 obliga el tratamiento contra las plagas en el 100% de los envases y embalajes de madera con destino a la exportación (puede consultarse la norma en: www.ica.gov.co/embalajes).

técnicos que vislumbramos en los casos múltiples, los trataremos a partir del subcapítulo 6.3, en que ponemos en discusión los hallazgos de la investigación de campo a la luz de las propuestas teóricas, en pos de la construcción explicativa de la presente tesis. Anticipadamente a ello, en los subcapítulos siguientes presentamos unas breves referencias a la estrategia de desarrollo tecnológico y competitividad y al modelo de Universidad-Empresa-Estado, en el marco del SNCTeI de Colombia, con lo cual buscamos complementar la visión general del contexto de la investigación de campo de esta tesis.

6.1.2 La Estrategia de Desarrollo tecnológico y Competitividad

En Colombia el proceso de desarrollo institucional de la ciencia, la tecnología y la innovación comprende la creación del Consejo Nacional del Sistema de Ciencia y Tecnología - CNSCyT, mediante la Ley 29 de 1990 y la creación de las Comisiones Regionales de Ciencia y Tecnología bajo el Decreto reglamentario 585 de 1991. Con ello se buscó propiciar una vía de desarrollo y bienestar social para la colectividad colombiana, a través de la generación, apropiación y transferencia del conocimiento en el campo de la tecnología y la innovación.

Desde este marco, el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología - SNCyT fue forjado como un sistema abierto, no excluyente, cuya práctica se despliega en un contexto en que forman parte todos los programas, estrategias y actividades de ciencia y tecnología, las cuales deben ser desarrolladas por las universidades e institutos y centros de desarrollo tecnológico, públicos y privados, por *redes* y *grupos de investigación* e instancias de la comunidad científica y por personas naturales con capacidad de aportar en dicho campo. Todas estas instancias se encuentran diseminadas a lo largo y ancho de las regiones y departamentos del país[75], lo cual implica la necesaria coordinación de una compleja red heterogénea de actores en interacción emergente y continua.

[75] A partir de la Constitución de 1991 la República de Colombia reconoce un territorio continental unitario, dividido, política y administrativamente, en 32 Departamentos y 4 Distritos; en la nota al pie 60, del subcapítulo 5.2.4 hacemos alusión a las 6 regiones que cubren la totalidad del territorio nacional, y en las cuales el país apunta al desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación.

En ese contexto, desde la creación del SNCyT hasta la fecha el Estado colombiano, a través de la política de ciencia y tecnología, ha reforzado la institucionalidad en materia de facilitación del conocimiento tecno-científico. En ese transitar, mediante el Decreto 2828 de 2006 el Gobierno Nacional promueve una política de productividad y competitividad, creando el Sistema Nacional de Competitividad e Innovación.

Asimismo, bajo la Ley 1286 de 2009 transfigura a Colciencias[76] en Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación y crea el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación- SNCTeI, acompañado de un conjunto de políticas, estrategias e instrumentos públicos de fomento de la innovación (Véase el Anexo 3), entre los cuales se pueden contar, los recursos del Fondo Nacional de Regalías -FNR, que en la práctica apoyarían proyectos de investigación e innovación, fortalecimiento de las unidades regionales de investigación y la formación de recurso humano, lo cual se traduce en fuertes connotaciones nacionales, regionales y locales.

En este sentido, Colciencias promueve la "Estrategia de Innovación y Desarrollo Tecnológico", que busca contribuir a la creación, el fortalecimiento y la articulación de las fuentes públicas y privadas de recursos financieros para fomentar la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, desde una dimensión regional y sectorial[77] del propio Sistema Nacional de Innovación.

De esta manera, se establece la participación activa y responsable de los demás actores del sistema: Universidades, Centros de Investigación + Desarrollo Tecnológico, Empresas y Emprendedores, representados ante la Comisión Regional de Competitividad, a nivel privado, por: los gremios industriales, los empresarios, las cámaras de comercio, la academia, los CIDTs y CRPs[78] y el sector laboral; y a nivel público, por: la Gobernación, la Alcaldía y el bloque de Representantes a la Cámara, Diputados y Concejales, en la diferentes regiones del país en materia de desarrollo tecnológico e innovación.

[76] Sobre Colciencias (que ejerce la Secretaría técnica y administrativa del SNCyT), Véase la Notal al pie 18, en el subcapítulo 2.2.1.
[77] La dimensión regional y la sectorial las hemos tratado en el subcapítulo 2.2.2 del presente estudio.
[78] CIDTs (Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico); CRPs (Centros Regionales de Productividad).

Para el año 2013, Colciencias registra alrededor de 9399 grupos de investigación avalados por diferentes instituciones y organizaciones públicas y privadas, de los cuales, al cierre de ese año, Colciencias registra como en inactividad el 52.18%; el restante 47.82%, esto es, 4495 grupos de investigación se hallan en plena actividad, los cuales corresponden a las siguientes entidades avaladoras, así: Las IES públicas avalan 2147 grupos, las IES privadas 1843, los CIDTs 134, las ONGs, asociaciones y agremiaciones profesionales 84, los hospitales y clínicas 112, las empresas 56, las entidades gubernamentales 49 y otras entidades 73 (OCyT 2014, 103, tabla 3.2.1).

Aunque aún se constatan moderados niveles de innovación a nivel de procesos y de productos por parte de las empresas colombianas (datos que pueden verificarse en las sucesivas Encuestas - EIDTs promovidas por Colciencias y en las estimaciones del OCyT[79]) y, aún de las limitaciones del presupuesto operacional de Colciencias, los esfuerzos han sido ocasionalmente alentadores en la promoción de la participación pública y privada en materia de aportación de instrumentos para financiar actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación- CT+I, por parte de otras instituciones. En esta dirección, cabe destacar la existencia de fondos y de iniciativas concretas hacia el desarrollo o transferencia tecnológica, aportados por los Ministerios de Defensa y Telecomunicaciones.

Asimismo, en el marco de la política de regionalización de la CT+I se han impulsado las iniciativas departamentales que persiguen atender las potencialidades y vocaciones territoriales en temas de CT+I con base en la gestión del conocimiento, todo ello, enmarcado en El Principio de Descentralización que se contempla en la Ley 1286 de 2009. En esa dirección, como estrategias de regionalización se lidera en Colombia un conjunto de programas regionales orientados a "la articulación de la investigación e innovación como variable clave del desarrollo regional".

Es así que, las regiones colombianas pueden asumir un rol en sus competencias y capacidades político-administrativas a nivel de gobernaciones, alcaldías, concejos y asambleas departamentales, a través de instancias regionales,

[79] EIDTs- Encuestas de Innovación y Desarrollo tecnológico: I (1996), II (2005), III (2008); OCyT - Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

como los denominados Comités Regionales de Competitividad -CRC y los Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación -CODECTI, creados "para la gestión y fomento de la ciencia, la tecnología y la innovación", en sus respectivas regiones, de tal manera que estos órganos del Estado pueden asumir competencias en cuanto a la "implementación y apropiación en lo regional de los instrumentos de la Política Nacional de CT+I".

6.2 La red sociotécnica de innovación tecnológica y el modelo Universidad-Empresa-Estado

Empezamos este subcapítulo enfatizando que, a finales del siglo pasado se establece en Colombia un esquema de acreditación de la calidad en programas e instituciones académicas de educación superior, por parte del Ministerio de Educación Nacional; así mismo, a mediados de la primera década del presente siglo, en el marco de la política de Colciencias de apoyo a la innovación científica y tecnológica, se concreta el Programa de "Centros de investigación de excelencia-CIE", como una estrategia para generar una red nacional de grupos de investigación del más alto nivel entre instituciones académicas de educación superior y el sector industrial y comercial (Véase el cuadro 13).

Desde una visión sociotécnica de la ciencia y la tecnología, los CIE buscan convertirse en colectivos socio-técnicos que brindan una forma de acceso a los patrimonios de experimentación confiables para los grupos de investigación participantes, en particular, y de la comunidad científica, en general. Para Bruno Latour y Steve Woolgar (1995) la confiabilidad puede traducirse en "*un capital convertible en recursos que el investigador puede invertir en su actividad*" (Latour y Woolgar 1995, citado en Pérez M. 2013, 178).

En este sentido, los investigadores esperan encontrar en los CIE unas condiciones ligadas a los resultados de su investigación, no solo en lo técnico, sino en lo social al producirse unas prácticas de colaboración entre los participantes, por ejemplo, en la realización de estudios especializados y su interpretación interdisciplinar. En la medida que se incrementa la participación de la universidad, a través de los grupos de investigación y de los centros CIE, en la producción de

conocimiento científico y tecnológico socialmente útil, el SNCTeI se va fortaleciendo.

Cuadro 13

Centros de Investigación de Excelencia avalados por Colciencias

Definición de Centro de Investigación de Excelencia –CIE	
Un Centro de Investigación de Excelencia (CIE), reconocido por Colcliencias, como tal, es una red nacional de grupos de investigación del más alto nivel, que debe desarrollar investigación en una relación continua con entidades pares internacionales en torno a un programa común de trabajo en un área científica y tecnológica considerada estratégica para el país. Adicionalmente, los centros deben apoyar la formación de recursos humanos en los niveles de maestría y de doctorado, desasrrollar los mecanismos de transferencia del conocimiento generado hacia el sector productivo, presentar los resultados en publicaciones internacionales y estar comprometidos en procesos de "patentamiento" sobre los resultados científicos de su trabajo.	
Centros avalados por Colciencias para el año 2010	
1. CENM	Centro de Excelencia de Nuevos Materiales
2. CCITB	Centro de Excelencia en Salud Pública
3. CENIVAM	Centro de Investigaciones para la Agroindustria de Especies Vegetales Aromáticas Medicinales Tropicales
4. CIEBREG	Centro de Investigación y Estudios en Biodiversidad y Recursos Genéticos
5. CEIBA	Centro de Excelencia en Modelamiento y Simulación de Fenómenos y Procesos Complejos
6. ODECOFI	Observatorio Colombiano para el Desarrollo Integral, la Convivencia Ciudadana y el Fortalecimiento Institucional en Regions Fuertemente Afectadas por el Conflicto Armado
7. GeBiX	Centro Colombiano de Genómica y Bioinformática en Ambientes Extremos (Carcaterización y aprovechamiento de recursos genéticos)
8. ARTICA	Centro de Investigación en Electrónica, Telecomunicaciones e Informática

Fuente: Elaborado a partir de Colciencias (2012).

A partir de la vinculación de la universidad con las estrategias del Estado en materia de desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación, el reto va en la dirección de generar los instrumentos de articulación de la academia con el sistema productivo del país y otros instrumentos que fortalezcan la estrategia de desarrollo tecnológico y competitividad. Con ello, se pretende que la producción de

conocimiento científico y tecnológico, no solo redunde en publicaciones científicas de los investigadores académicos, sino que los resultados en materia de conocimiento tecnológico sean transferidos al sector productivo y estén disponibles para su apropiación y usos por parte de la sociedad, en aras de la mejora de la calidad de vida en lo económico y en lo social.

En el marco de estas premisas, y bajo la inspiración de los modelos: Triángulo de Sábato (1978) y de Triple Hélice (1998), tratados en el subcapítulo 2.2.2, a partir del año 2007 el Ministerio de Educación Nacional y Colciencias formalizaron el apoyo a la creación de los Comités de alianzas Universidad-Empresa-Estado -CUEE. De esta manera, la creación de los denominados "CUEE", a nivel departamental, se suman a las iniciativas de los Comités Regionales de Competitividad -CRC y los Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación -CODECTI, mencionados en líneas anteriores.

Es así que, las primeras formalizaciones de CUEEs se concretaron en el Departamento de Antioquia, luego en Cundinamarca y Valle Del Cauca; hasta finales de 2008 los comités ya se encontraban organizados a nivel de regiones, así: en el Eje Cafetero, en el Centro Oriente y en el Pacífico, posteriormente en la región Costa Caribe y las regiones Centro Sur y Llanos.

Desde entonces, se vislumbran en el ámbito académico las primeras iniciativas de formación de redes interorganizacionales entre unidades académicas y unidades económico-productivas para ventilar posibilidades de desarrollo de proyectos de innovación tecnológica y su factibilidad técnica y económica; y en este sentido, se abren foros bajo esquemas de vínculos directos e indirectos de la red con respecto al grupo de investigación, como actor focal, y se producen a la vez mecanismos de construcción de relaciones por parte de los actores involucrados en el proceso innovativo (Cfr. subcapítulos, 3.2.2 y 4.2.1).

Se pudo apreciar, en el informe de cierre de la gestión del doctor Jaime Restrepo Cuartas, al frente de la dirección de Colciencias 2010-2012, que le atribuye el crecimiento de la participación del sector productivo en ciencia, tecnología e

innovación, al creciente apoyo del Estado en el desarrollo de los CUEE, entre otros estímulos relacionados con descuentos y exenciones tributarias:

> [……] y a las convocatorias de Colciencias que se han direccionado hacia procesos de cofinanciación con investigadores que involucran al sector productivo; sin embargo, acota que […..] Construir alianzas y redes en CTeI no se hace por decreto ni por interés económico, sino que se construyen a partir de la confianza y de compartir problemáticas o intereses comunes
>
> (Fragmento de Informe de gestión - Restrepo 2012)

En este sentido, el Director de la Asociación Nacional de Industriales de Colombia, ANDI -Capítulo Valle (2012), enfatiza que:

> El gremio de los industriales y empresarios de Colombia necesitamos ganar en eficiencia y en calidad total a través del acceso a la tecnología de punta y la innovación. La gran empresa acude a grandes ferias tecnológicas en el exterior, las empresas medianas y pequeñas ven limitada esta opción […], Es ahí donde en los CUEE el sector industrial tiene mucho que informarle a las universidades locales y; de esta manera, se conocen entre ellos, se establecen contactos y se proponen estudios conjuntos
>
> Director ANDI-Valle

En este punto de la tesis queda de manifiesto que la alianza entre la universidad, la empresa y el Estado, que propugna el Sistema de Innovación de Colombia, a través de las diferentes estrategias y políticas de ciencia, tecnología e innovación, está inspirada en el esquema de articulación entre actores de la academia, la industria y el Estado, conceptualizado en los modelos: Triángulo de Sábato y de Triple Hélice (Cfr. subcapítulo 2.2.2).

A partir de este esquema, y basados en nuestra propuesta de integración, a través de la cual buscamos explicar el fenómeno de la efectividad de la red interorganizacional en torno a los resultados en materia de innovación tecnológica,

en los subcapítulos siguientes de este capítulo nos compete analizar cómo se construyeron esas interacciones entre los actores de las redes de innovación estudiadas (desde los estudios de caso), cómo se producen las dinámicas de intercambio entre los actores a lo largo de la evolución de los procesos innovativos y de la evolución de la red de innovación tecnológica en su conjunto, integrando las perspectivas y enfoques contemplados en la tesis, en relación con la teoría de efectividad de la red interorganizacional, el enfoque de Sistema Nacional de Innovación y la teoría del actor-red.

Este cometido, lo llevaremos a cabo a través de la discusión de cada una de las proposiciones teóricas establecidas con la evidencia que disponemos en cada uno de los casos de estudio, de tal forma que nos sea posible ultimar hasta qué punto las situaciones estudiadas replican las proposiciones contrastadas. Por tanto, en esta parte del análisis cualitativo recapitularemos los acontecimientos suscitados en el marco del SNCTeI de Colombia, a la luz de la teoría del actor-red y de la noción de red sociotécnica, en el sentido que "en la red los actores y los objetos técnicos y organizacionales se constituyen mutuamente a través de las conexiones y asociaciones con otras entidades" (Law 1992, Latour 1995, Callon et al 2002a), en los procesos de generación y usos de innovación tecnológica.

El anterior miramiento implica que, en dicho análisis consideraremos los tres principios de simetría, con que la teoría del actor-red comprende la actuación tanto de los actores como de los objetos: el *Agnosticismo*, la *Asociación libre* y la *Simetría generalizada* (de acuerdo con lo referido en el Subcapítulo 4.2). Es así que, en el estudio de la evidencia empírica sobre tecnología e innovación podremos dar cuenta de las relaciones e interacciones que se están construyendo sin hacer diferencia a priori entre humanos o no humanos (es decir, entre actores y objetos), pues la idea es seguir a los objetos técnicos (equipos, maquinaria, prototipos, patentes, etc.) y organizacionales (textos, flujos financieros y de información, normas, etc.) para explorar la red de relaciones que existe o que se construye entre estos, los individuos y los grupos sociales (Pérez 2013, 77).

De igual manera, cabe resaltar que en el análisis de la evidencia empírica, que continuamos en los subcapítulos siguientes, se acreditará el conjunto de factores

determinantes de la efectividad de la red interorganizacional para la innovación tecnológica y, en este sentido, la narrativa del caso único: GITEM constituye la mayor fuente de evidencia de estos factores, por cuanto comprende un tipo de terreno de investigación de corte longitudinal, cubriendo un período de estudio de 6 años, de 2007 a 2013. Además, la referencia a los estudios de caso múltiples, en los contextos de Bogotá, Medellín y Cali, estarán direccionados, principalmente, a los esquemas de relacionamientos en el ámbito de la innovación tecnológica que refieran alianzas universidad-empresa-Estado -UEE.

Desde estas circunstancias, la observación de las experiencias concretas sobre la dinámica de vinculaciones e interacciones entre actores diversos y la mediación de objetos, en el caso particular, GITEM, y en los demás casos, descritas en los subcapítulos que suceden, sirven de base para la construcción explicativa de la tesis, a través del relacionamiento de las proposiciones teóricas con todas estas evidencias.

6.3 La diversidad e intensidad de los relacionamientos y vínculos en la red de innovación tecnológica

La noción de efectividad de la red de innovación tecnológica que forjamos en la tesis está animada por un conjunto de relaciones e interrelaciones en el ámbito de la política pública científica y tecnológica, entre actores individuales, de organizaciones públicas y privadas e instituciones de investigación, a través de vínculos fuertes y débiles, en la generación de nuevo conocimiento tecnológico e innovación. Desde esta visión, hemos formulado las proposiciones teóricas 4 y 6; en los subcapítulos siguientes, 6.3.1 y 6.3.2 reseñamos las evidencias rescatadas de los casos estudiados en esta tesis frente al contenido social y técnico inscrito en esas propuestas teóricas.

6.3.1 Vinculaciones directas e indirectas en las relaciones Universidad-Empresa-Estado-Sociedad

En sus investigaciones, Gautam Ahuja, ha privilegiado el estudio de la dinámica de las redes interorganizacionales que se desarrollan en ambientes de innovación tecnológica. Algunos de los resultados investigativos apuntan en el

sentido que ciertos tipos de vínculos entre organizaciones, dentro de un sistema refuerza la capacidad de innovación. En primer término, las vinculaciones directas e indirectas dentro de la red consiguen generar impactos positivos en la generación de conocimiento e innovación; luego, la información diversa y los recursos que se puedan capturar, a través de otros actores fuera de la red, a la vez incide en un incremento de las posibilidades de innovación. Desde estas perspectivas, propusimos:

> *P.T.4: Para entender la dinámica de relacionamientos de la red total, que contribuye en la generación de conocimiento tecnológico e innovación, es preciso identificar las características de su estructura en relación con el grado de conectividad, la diversidad de los vínculos y la intensidad de tales relaciones.*

Para entender la dinámica de relacionamientos de la red como un todo parece importante analizar las vinculaciones que se han generado en el marco de las relaciones de actores involucrados en procesos innovativos y de alianzas universidad-empresa-Estado en el contexto del SNCTeI de Colombia, tomando como referencia los casos estudiados en los contextos regionales de Bogotá, Medellín y Cali.

Dentro del Distrito Capital se cuenta con 7 universidades públicas y más de 30 instituciones de educación superior - IES, reconocidas por el Ministerio de Educación Nacional. Para la conformación del Comité Universidad-Empresa-Estado -"CUEE Bogotá-Región" se generaron vínculos directos entre actores del sector universitario y entidades del sector empresarial, entre los cuales cuentan, representantes de la Asociación Nacional de Industriales, capítulo Bogotá y miembros de la Asociación Colombiana de Micro, Pequeña y Medianas Empresas - ACOPI, el Presidente ejecutivo de CODENSA y miembros del Foro del Presidente; entre las entidades gubernamentales que posteriormente apoyaron esta iniciativa,

también de manera directa, además de Colciencias, están la Alcaldía Mayor de Bogotá, la Gobernación de Cundinamarca y la Corporación Maloka[80].

En el ámbito académico, la Universidad Nacional de Colombia, Sede Distrito Capital, en Bogotá, ha liderado la conformación y creación del Comité UEE Bogotá-Región; las universidades que apostaron por su creación y desarrollo, además de la Universidad Nacional (conformando, a su vez, la red RUPI[81] capítulo Cundinamarca), son: Universidad Jorge Tadeo Lozano, Pontificia Universidad Javeriana, Escuela Colombiana de Ingeniería, Universidad EAN, Universidad Del Rosario, Universidad Sergio Arboleda, Universidad Politécnico Gran Colombiano, Universidad De La Salle y Universidad De La Sabana .

Por otra parte, a través de la alianza U-E-E, los principales esfuerzos de relacionamientos interorganizacionales se producen a través de la realización de Foros y Encuentros nacionales e internacionales. En esta línea, cabe destacar dos iniciativas de alto impacto para la región: el proyecto de Parque Tecnológico de Bogotá y la Red Global CONNECT. El parque tecnológico es un proyecto de la Universidad Nacional de Colombia, con pretensión de desarrollarlo dentro del campus en Bogotá; la relación con el Estado, a través de Colciencias lo ubica dentro de la política pública de parques tecnológicos, por lo cual se beneficiaría del financiamiento que otorgará el gobierno de Corea Del Sur, a través de la Agencia de Cooperación Internacional KOIKA y del Instituto de Política de Ciencia y Tecnología STEPI, para su implementación durante el período 2014-2016.

La iniciativa de incorporar a la región al programa internacional Red Global CONNECT, obedece a que este es considerado como uno de los programas más exitosos en el mundo, en la forma de articulación de emprendedores y empresarios con los recursos adecuados para incursionar de manera exitosa en los mercados de consumo. A través de esta alianza se construye la *Corporación Connect Bogotá-*

[80] La Corporación MALOKA es una organización sin ánimo de lucro, creada por la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia -ACAC y apoyada por Colciencias, el Instituto Distrital de Cultura Turismo -IDCT, la Corporación Ardila Lülle y los aportes de múltiples aliados de los sectores público y privado; su misión es la construcción de una sociedad basada en el conocimiento y el aprendizaje, con proyección nacional e internacional, con carácter cultural, educativo, científico, tecnológico, recreativo y turístico: www.maloka.org

[81] RUPI –Red de Universidades para la Innovación en Colombia

Región como red local e internacional de transferencia de tecnología entre actores académicos y el sector empresarial, en que su principal enfoque se direcciona hacia el apoyo en la formación de emprendimiento en forma de "spinoff" (apoyado directamente por la universidad) o "startup"[82], el análisis de patentabilidad para registrar la invención, y la concreción y cierre de licenciamientos para la producción y comercialización de productos. En esta línea, el objeto mediador lo constituye la Oficina Regional de Transferencia de Tecnología de la corporación, quien hace factible que los hallazgos científicos traspasen los obstáculos existentes entre la academia y el mundo empresarial (CONNECT 2014).

En el contexto regional del Eje Cafetero, hay que destacar la real participación y compromiso del sector público y en aumento progresivo del sector privado en la constitución de una red sólida para el desarrollo tecnológico y de innovación de la región, enfocados en dos metas: *Medellín Distrito tecnológico* y *Antioquia Departamento del conocimiento*.

Este derrotero tiene sus antecedentes a inicios del presente siglo, cuando a partir de los esfuerzos para la acreditación académica institucional, la Universidad de Antioquia -UDEA, a la cabeza de su rector, Luis Carlos Uribe Jaramillo, desde el año 2002 dinamiza la relación de las empresas antioqueñas con diferentes grupos de investigación de la universidad, logrando hasta el 2007 resultados innovativos de producto/proceso con empresas como SOFASA, Familia SANCELA, Ladrillera

[82] Los términos anglosajones "spinoff" y "startup" pueden explicarse de la siguiente manera: un "spinoff" es una empresa que se crea en el seno de otra organización, una empresa, un centro académico o un centro de investigación, su tecnología central proviene de la organización matriz. En este sentido, Stuart Shane (2004) enfatiza que los "spinoffs" académicos son creados con el fin de explotar comercialmente algún conocimiento tecnológico o algún resultado de las investigaciones desarrolladas en la Universidad (Shane 2004). En Colombia, la Universidad de Antioquia -UDEA, en Medellín, lidera la creación de los denominados "Spinoffs" Académicas, desde la perspectiva de la organización de origen; se consideran fundadas por investigadores, basadas en resultados de investigación, con alto componente de I+D+i. A inicios de febrero de 2012, la Universidad creó la primera "Spin Off", basada en resultados de investigación de la Facultad de Ingeniería y la corporación BIOINNOCO, cuya razón social es "Spin Off CONOSER". A la fecha, se encuentran en proceso de gestación unas diez empresas potenciales "Spin Off" y se desarrolla un estudio de viabilidad con el grupo empresarial CORONA e investigadores de la Universidad.
Un "startup", es la empresa que, de forma independiente, nace a partir de ideas de negocio generalmente incubadas en ambientes virtuales y de nuevas tecnologías, y con el impulso de capital de riesgo, entran con fuerza en el mercado buscando el reconocimiento como "marca pionera", promoviendo prácticas asociadas a la investigación, la innovación y las nuevas tecnologías.

SAN CRISTÓBAL, HACEB, NACIONAL DE CHOCOLATES, NOEL y ORBITEL, entre otras (CUEE 2008, 5).

A septiembre de 2007, el comité CUEE creado por la UDEA desde el 2003 celebraba su reunión No. 50 y la conformación de una red de innovación tecnológica con actores del sector público y privado entre los cuales se cuentan: la Gobernación de Antioquia, el Municipio de Medellín; las asociaciones y gremios, ACOPI, ANDI, Cámara de Comercio de Medellín y la Corporación CEO; las instituciones de educación superior IES, como el SENA Regional Antioquia, el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, el Instituto Tecnológico Metropolitano, el Instituto Tecnológico Pascual Bravo y el denominado G-8 (grupo de 8 universidades con sede en Medellín), UDEA y las IES: Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Corporación Universitaria Lasallista, Escuela de Ingeniería de Antioquia, Universidad CES, Universidad EAFIT, Universidad de Medellín y Universidad Pontificia Bolivariana; y un grupo de más de 20 empresas importantes ubicadas en el área metropolitana de Medellín, y de instituciones ONGs, como la Corporación TECNNOVA, el Parque Tecnológico de Antioquia y PROANTIOQUIA, entre otros.

Las interacciones generadas con los miembros que conforman el CUEE Antioquia, a su vez, han desarrollado iniciativas para articular esfuerzos y propiciar ambientes de confianza, con la creación de objetos mediadores que facilitan la participación conjunta en ruedas de negocios, foros y encuentros nacionales e internacionales; en esta línea, como iniciativa del Comité, desde el 2005 se crea la Corporación TECNNOVA UEE (tecnnova.org), a la cual se afilian otras importantes universidades a nivel nacional. Actualmente, la Corporación funge de oficina de transferencia de tecnología, brinda apoyo estratégico en cuanto a gestión de la innovación y desarrollo tecnológico, generación, protección y comercialización de activos de propiedad intelectual, vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva.

A partir de la iniciativa articuladora del CUEE Antioquia, se suman a la red otros objetos mediadores, propuestos desde el sector público; así, en el 2009 la Gobernación de Antioquia crea la Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación, y en el 2010 la Alcaldía del Municipio de Medellín crea un centro de innovación y

negocios denominado "RUTA N"[83] (rutanmedellin.org), a través del cual define el Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para Medellín y su área metropolitana; en definitiva, Ruta N es la orientadora de la Política de Ciencia y Tecnología e Innovación de Medellín, en cuyo complejo urbanístico se encuentra ubicada la oficina matriz de la Corporación TECNNOVA.

El complejo urbanístico de RUTA N, los actores vinculados a la red, de forma directa e indirecta, y los planes estratégicos, son la viva muestra del compromiso con la innovación y la generación de conocimiento científico y tecnológico de la red interorganizacional de innovación tecnológica de grandes precedentes a nivel nacional e internacional. La realidad de RUTA N refleja "un permanente proceso de transformación que va desde la inversión en infraestructura para la cultura y la educación hasta el compromiso con la innovación en el día a día". Además de los espacios físicos destinados a la incubación de empresas de base tecnológica y otras actividades de formación, culturales y de recreación, el centro RUTA N despliega una compleja red virtual de espacios de participación ciudadana, de empresas, investigadores e instituciones, en los cuales destacan: la red MedellinINNOVATION, que comprende la red "Senseable City Lab" (convenio con el MIT de Boston) y el "Modelo 22@" de transferencia de conocimiento (convenio con el Ayuntamiento de Barcelona).

En cuanto a la región Pacífico, destacamos el protagonismo de la Universidad Del Valle en la gestación de dos grandes redes de innovación tecnológica con alcance nacional e internacional: el CENM y la RUPI-V. Respecto del primero, cabe aludir al grupo de investigación "MATERIALES COMPUESTOS - GMC", creado desde el año 1986, bajo la dirección de la Dra. Ruby Mejía de Gutiérrez, quien a la vez impulsa la gestación del programa de pregrado en Ingeniería de Materiales de la Universidad Del Valle, luego la maestría y posteriormente el doctorado en Ingeniería Mecánica con uno de los énfasis en Materiales Compuestos.

A partir del año 2004, GMC promueve, conjuntamente con otros grupos de investigación de la universidad (cuyo director de la propuesta es el Dr. Pedro Prieto

[83] El complejo urbanístico de RUTA N, los actores vinculados a la red, de forma directa e indirecta y los planes estratégicos, pueden revisarse en www.rutanmedellin.org.

Pulido, Departamento de Física -UNIVALLE) y de otras entidades académicas a nivel nacional, la creación del Centro de Excelencia de Nuevos Materiales -CENM (Véase el cuadro 13, del subcapítulo 6.2), generando a la vez una de las redes más extensas del país, inicialmente conformada por un total de 19 grupos de investigación de 10 universidades, ubicadas en Cali (sede principal del CENM), Armenia, Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Ibagué, Medellín, Pereira y Popayán.

A nivel internacional, las redes del grupo GMC y del centro CENM se encuentran soportadas por centros de investigación internacionales; así, el grupo GMC mantiene interacciones, a través de acuerdos de cooperación, con más de 20 instituciones de investigación a nivel global, entre los cuales cuentan, los centros de investigaciones metalúrgicas CENIM-CSIC, AIMPLAS, de España; los centros CINVESTAV y CICY, de México; ARGONNE LAB., de Estados Unidos; el Centro Universitario FEEVALE, de Brasil; la Universidad de Sheffield, en Reino Unido; la Universidad de Melbourne, en Australia, entre otros.

El centro de investigación CENM, desde sus inicios estuvo soportado por varios centros de investigación internacionales, como el Centro CIMAT, de Chile; el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de Michigan; el Centro de Nanotecnología, de la Universidad de Northwestern; el grupo de Nanociencias y Películas delgadas, de la Universidad de California. Actualmente, sin en el apoyo económico de Colciencias, desde el año 2013, el CENM de la Universidad Del Valle continúa vigente en sus acciones investigativas a través de sus objetos mediadores: equipos de sistemas de medidas, de molino de atricción, de microscopia de fuerza atómica, de microscopia electrónica de barrido, entre otros.

En la línea de construir una red fuerte de alianzas entre actores que se encuentran inmersos en procesos innovativos, también la Universidad Del Valle protagoniza, a través de la Oficina de Transferencia de Resultados Investigativos -OTRI, la construcción de la red universitaria para la innovación, la red RUPI-Capítulo Valle Del Cauca. A instancias del comité CUEE-V, en el año 2005 se suscribe un Acuerdo Marco Interinstitucional con siete miembros fundadores de la RUPI-V: Universidad Del Valle, Universidad Autónoma de Occidente, Universidad

San Buenaventura, Pontificia Universidad Javeriana (Sede Cali), Universidad ICESI y la Universidad Santiago de Cali.

Desde esta instancia, y con la concurrencia de otras organizaciones empresariales y de organismos internacionales, el conjunto de universidades se unen en una "*cadena de translation*" en la cual se suman los intereses convergentes de sus actores para actuar como red frente al Consejo Regional de Competitividad, al Comité CUEE-V y al Consejo CODECTI, alrededor del tema de impulsar la innovación a través de las actividades de promoción de la investigación científica conjunta, la transferencia de conocimientos y técnicas, y el intercambio de científicos y tecnólogos entre grupos de las entidades miembros. La Directora de la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación OTRI-UNIVALLE, Dra. Patricia Guerrero Zúñiga, subraya que, la efectividad de esta red se aprecia en "*una mayor conciencia y conocimiento en temas de propiedad intelectual, emprendimientos conjuntos entre universidades de la red y empresarios para desarrollar innovación tecnológica*".

A partir de la RUPIV, la dinámica de relacionamientos híbridos para la innovación tecnológica en la región Pacífico la apreciamos en actividades, como la coordinación de la convocatoria para la participación de cien empresas y/o clusters (aglomeraciones productivas) para la financiación de iniciativas de innovación, en el marco de la "Alianza Regional para la Innovación Región Pacífico -2013", en que los enrolamientos efectivos se producen por actores diversos con objetivos convergentes: "Generar capacidades básicas en gestión de la innovación en empresas y/o aglomeraciones productivas del Cauca, Chocó, Nariño y Valle", en que los objetos mediadores los constituyen la Convocatoria para el Convenio Especial de Cooperación No. 0421-2012 y el Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación Francisco José de Caldas; los procesos de interesamiento, negociaciones multilaterales y consentimientos en la selección de los beneficiarios se produjeron en actores diversos como, el Centro Nacional de productividad -CNP, Asocámaras, la Cámara de Comercio de Cali, la Cámara de Comercio de Quibdó, ACOPI seccional Valle Del Cauca y las universidades: ICESI, Autónoma de Occidente, Javeriana, San Buenaventura y Valle.

6.3.2 El problema de la sustitución de madera de bosque nativo y la inter-definición de actores

Desde un enfoque de red sociotécnica y al seguir a autores, como Michel Callon, Bruno Latour y John Law, la red de innovación tecnológica se entiende compuesta por una heterogeneidad de entidades naturales (los objetos) y sociales (las personas) que se conectan mutuamente durante períodos, a la vez dinámicos; y, en este sentido, el constructivismo social en tecnología aporta variadas herramientas para comprender y analizar los procesos de innovación tecnológica, desde ese enfoque. Es así que, tal como lo hemos referido en el capítulo Cuatro, la teoría del actor-red nos permite comprender cómo los actores en una red interactúan, a través de procesos de traducción para transformar una idea en innovación, a través de la intermediación y la convergencia (Cfr. Subcapítulo 4.2). Desde estos tópicos, propusimos lo siguiente:

> *P.T.6: En la red sociotécnica es necesario que se desarrollen procesos de traducción o construcción de relaciones para lograr convergencia de intereses entre sus actores, en el marco de proyectos innovativos.*

Como lo señala Michel Callon (1986, 2002), en los procesos de traducción: la problematización, el interesamiento, el enrolamiento y la movilización de aliados, los diferentes grupos de actores tratan de imponer su propia definición de los hechos, de las cosas o de la realidad (Cfr. Subcapítulo 4.2); y en esos procesos, se negocian y acuerdan de manera constante la identidad de los actantes, y los márgenes de maniobra en las interacciones con la universidad, la empresa y el Estado. Encontramos propicio el caso GITEM para analizar los procesos de traducción dentro de la red del grupo de investigación; sin embargo, aclaramos que estos conceptos se vislumbran a lo largo del presente capítulo, a través de la evidencia empírica expuesta para cada contraste con las proposiciones teóricas de la tesis.

Es así que, a lo largo del capítulo Seis, referimos segmentos de los procesos de traducción que evidenciamos, particularmente, en el caso GITEM, durante el

desarrollo de la presente investigación en territorio colombiano. En este sentido, a partir de las líneas siguientes haremos alusión a los aspectos de la problematización y el interesamiento.

Como lo mencionara el gerente de la empresa INNOPACK, antes de la presentación del proyecto de carretes con residuos de "tetra pak" ante la Convocatoria 401 de Colciencias, se había desarrollado una experiencia de cinco años buscando y probando métodos para sustituir la madera de bosque nativo utilizada en los carretes para cables, por un material sintético de resistencia similar.

El problema de la deforestación en la cuenca del pacífico colombiano obedece a un tráfico ilegal de explotación, que acontece al margen de la entidad que controla el bosque nativo, a través de salvo conductos para asegurar la resiembra. Los comerciantes de madera deforestan pagando sumas de dinero a los nativos que las venden. En algunos estudios se ha encontrado que de los bosques sajales (dominado por los cultivos de sajo) se extrae la madera que se utiliza en la industria; estos cultivos están muy alejados de los centros poblados y de las fuentes hídricas a través de los cuales se acarrea la madera, por tanto, el control es más difícil. En Colombia, tradicionalmente se ha utilizado este tipo de madera para fabricar estibas, carretes y embalajes; para las maderas de baja densidad, como el sajo, no hay un sustituto más económico. En este sentido, registramos la siguiente declaración:

> Nos motivó la conciencia social acerca de la posibilidad de contribuir a frenar la deforestación de estos bosques nativos y enfrentar posibles regulaciones más estrictas sobre su explotación; además, conocemos del interés de la corporación TETRA PAK, como organización multinacional que, en cada país donde opera establecen alianzas con empresarios que se interesan por recuperar los envases "tetra pak" y su reciclaje.
>
> Gerente de S.R.I., Ltda

A partir de esta realidad, la construcción de la red en torno a la generación de un producto o procedimiento tecnológico, en este caso, para sustituir la madera de bosque nativo en los carretes de empaque, se va presentando en la medida que se define la problematización en el actor-mundo: pocos actores que van visualizando las

relaciones que deben constituir para alcanzar sus propósitos. El inicio de esta conformación de actores, la podemos apreciar en los siguientes relatos:

> En un principio comencé prensando partículas de los rollos de "tetra pak" (me refiero al material virgen, posindustrial, que no ha sido utilizado en proceso de fabricación alguno, que contiene solamente material plástico y de aluminio), en los artefactos del hogar, luego construyendo equipos rudimentarios dentro del taller para las pruebas mecánicas, buscando obtener un material sintético con las propiedades mecánicas y físicas que me permitiera utilizarlo en la fabricación de las duelas que constituyen el tambor del carrete. En este transitar, durante casi cinco años, realicé acercamientos con algunos centros de investigación que estuvieran relacionados con procesos de laminado y aglomerado. Los contactos se hicieron con el SENA[84], el Instituto de Investigación del Caucho y del Plástico, el Centro de Desarrollo de la Soldadura (que opera en la Universidad Del Valle), el Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo de Materiales de la Universidad De Antioquia. Inclusive, realicé el contacto directo con la gerencia de la Unidad de Medio Ambiente y Programas Sociales de la corporación TETRAPAK-Colombia, en Bogotá, en razón que en una revista de innovación se publicaba un desarrollo tecnológico para fabricar tableros aglomerados a partir de los envases "tetra pak" posconsumo. En ningún caso conseguí interesar aliados.
>
> Gerente de S.R.I., Ltda

Un primer espacio de convergencia para el actor-mundo se evidenció en los esfuerzos conjuntos entre actores diversos, en los ámbitos empresarial y universitario, en relación con la realización de diferentes pruebas y ensayos sobre material de "tetra pak" que se llevaron a cabo en los laboratorios de esas instituciones, obteniéndose los primeros resultados de pruebas científicas, como requisito para presentarse ante la Convocatoria de Colciencias que financiaría

[84] El Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA, es una entidad pública creada desde 1957, como parte del Ministerio del Trabajo, que se desarrolló como instituto de enseñanza laboral técnica que, no solo formaba técnicos, sino también empresarios y promovía las pequeñas y medianas empresas; modelo que estuvo inspirado en el SENAI de Brasil. Actualmente, hace parte del Ministerio de la Protección Social; se constituye como columna vertebral de la formación técnica y tecnológica en Colombia. Esta entidad, entre otros, ofrece a los empresarios un portafolio de "servicios tecnológicos" (incluye pruebas y ensayos sobre materiales, procesos, equipos e instalaciones, ajustados a las normas nacionales o internacionales) para que sus organizaciones mejoren sus procesos industriales y eleven la calidad de sus productos y la eficiencia de sus operaciones fabriles (www.sena.edu.co).

proyectos de innovación y desarrollo tecnológico, abierta a inicios de 2007. Los sucesos relatados a continuación nos proporcionan tal evidencia:

> En mi empeño por obtener la caracterización de algunos aglomerados sintéticos, fui direccionado al departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad Autónoma de Occidente, en Cali (localidad dentro del área metropolitana en la que se ubica la empresa S.R.I.) [….]. Hicimos contacto con el profesor, director del grupo GITEM y su equipo de académicos y estudiantes de pregrado y posgrado […..] No solo nos brindaron apoyo para la caracterización, sino que nos invitaron a estructurar un proyecto para ser presentado ante Colciencias y obtener un porcentaje importante de los recursos financieros que requiere el proyecto para su ejecución. Desde luego, esto implicó realizar las pruebas de laboratorio, de exploración, correspondientes y la elaboración estructurada del Perfil del proyecto de investigación, de acuerdo con los lineamientos de formatos de presentación de proyectos ante Colciencias.
>
> Gerente INNOPACK , Ltda[85]

A partir de la conformación del actor-mundo, en que se van vinculando entidades relacionadas, se definen y redefinen los roles de los actores involucrados, se negocian los márgenes de maniobra y se movilizan aliados; todo ello, muestra un proceso de sucesivas traducciones, para articular los actores, bajo un esquema de alianza universidad-empresa-Estado-sociedad; asimismo, en la medida que evoluciona la idea de los tableros sintéticos se va produciendo una convergencia y divergencia entre los actores que incluye la mediación de instrumentos, equipos e, indiscutiblemente, conceptos. Estos aspectos son más ampliamente analizados en el subcapítulo 6.7.

6.4 Las dinámicas de la cooperación interorganizacional en torno a la innovación tecnológica de producto / proceso

[85] La empresa R.S.I., Ltda. (Recuperados y Servicios Industriales, Ltda.), en razón del desarrollo del proyecto de innovación tecnológica debió cambiar su razón social a "INNOPACK LTDA.", con los mismos domicilio y gerencia general (Véase este detalle en el subcapítulo 6.4.2).

El marco inicial que abordamos en la tesis para determinar los factores de la efectividad de las redes interorganizacionales en torno a la innovación tecnológica, necesariamente hace referencia al contexto de cooperación interorganizacional desde el marco de las relaciones entre la universidad, la industria y el Estado. A partir de este escenario, establecimos dos proposiciones de investigación (P.T.1 y P.T.3) que apuntan, por una parte al intercambio y aportación de recursos y, por otra, a los elementos motivacionales o incentivadores que se generan en el marco de esas relaciones, aspectos que discutimos en los subcapítulos siguientes.

6.4.1 La cooperación, el intercambio y la aportación de recursos: Fabricar tableros rígidos en sustitución de madera de bosque nativo

En el modelo preliminar de efectividad de la red interorganizacional, Provan y Milward (1995, 2001) y Provan y Sebastian (1998) parten de un esquema en que los actores que prestan servicios de salud requieren ser miembros de un sistema, operar en red y ofrecer sus servicios individuales de forma coordinada e integral (Cfr. subcapítulo 3.2.1 y figura 9). En este sentido, la disponibilidad de recursos desde el entorno hacia la red refleja el grado de dificultad que la red enfrenta para realizar sus actividades de manera efectiva.

En el ámbito de la tecnología y la innovación, los estudios de Goes y Park (1997) mostraron que los hospitales que pertenecían a una red de servicios de salud adoptaron innovaciones en el servicio cuando entre ellos se daba un alto nivel de intercambio de recursos. Estas consideraciones quedaron expresadas de la siguiente manera, en la Proposición 3:

> *P.T.3: Las condiciones del entorno y, en general, el contexto de cooperación e intercambio y aportación de recursos contribuyen de manera efectiva en los resultados de la red entera en materia de innovación tecnológica.*

A partir de esta proposición, la evidencia empírica muestra la aportación de recursos desde el Estado a través de la puesta en práctica de un conjunto de instrumentos públicos del SNCTeI, direccionados hacia el fortalecimiento de la

tecnología y la innovación, desde un enfoque de competitividad regional; desde otros entornos de cooperación, se evidencian acuerdos formales en la relación universidad-empresa y los esquemas de colaboración en el ambiente académico, que involucran la compartición de recursos científicos y tecnológicos, a nivel local, regional, nacional e internacional.

Sin embargo, como lo enfatiza el Director de Colciencias (2010-2012), un punto débil del sistema es la baja financiación del Estado, ante ello, se refiere a las políticas de inversión en ciencia y tecnología que han seguido países como Corea del Sur y Estados Unidos, en que ambas naciones fortalecieron sus sistemas educativo y de ciencia y tecnología incrementando la inversión, precisamente, cuando sufrían crisis económicas (1970s, 1980s), respectivamente.

Los recursos para la innovación tecnológica están ahí, pero hay que "lograrlos" (expresan algunos investigadores); para ello, el líder de grupo de investigación juega un doble rol, el de investigador y el de gestor. Este último implica: [……] dar la cara ante Colciencias, preguntar y responder, acerca del manejo de los recursos asignados……., pero también implica la asociatividad con otros grupos y otras organizaciones en Colombia o en cualquier otro lugar, pues no tenemos ni sabemos todo

Líder GITEM-UAO

Vale destacar que, el proyecto de innovación tecnológica del grupo GITEM, se viabilizó a través de la iniciativa de Colciencias de financiamiento de proyectos basados en investigación, desarrollo tecnológico e innovación, en el marco del empoderamiento de los Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación -CODECTI y de formulación de los Planes Departamentales de Desarrollo, en coherencia con la Política Nacional de Ciencia y Tecnología.

> Elaboramos un excelente plan de investigación……; formulamos claramente los objetivos del proyecto y definimos ampliamente los sectores de impacto de la investigación, enfocándonos en los aportes a la ciencia y tecnología, en la alianza con la empresa (INNOPACK) que llevaría a cabo el desarrollo de la innovación y su comercialización, y principalmente destacamos las nuevas soluciones y alternativas

> frente al uso industrial de la madera y de los envases “tetra pak”, lo que redunda en dos impactos ambientales muy positivos: reducir el consumo de un recurso natural (la madera de los bosques nativos) y disponer adecuadamente de un material de desecho
>
> Líder GITEM-UAO

Como lo indicamos en el caso 4, del subcapítulo 6.1.1, la calificación de 2º lugar, del proyecto de carretes (del grupo GITEM), entre 21 proyectos que se presentaron ante la Gobernación del Valle Del Cauca para obtener recursos del Fondo Regional de Innovación, le hicieron beneficiario del monto inicial requerido: 149 millones 595 mil pesos colombianos -COP, correspondiente al 56.7% del presupuesto total inicial. El monto total de la contrapartida ($114’386.000 COP) fue asumido por las entidades, ejecutora y beneficiaria. En primer término, la entidad ejecutora, es decir, la Universidad Autónoma de Occidente -UAO (en Cali), aportó con $75’366.000 COP, esto es, el 28.5%; luego, la entidad beneficiaria (con un aporte inicial de $39’020.000 COP; 14.8% del presupuesto total inicial) se trataba de una empresa pequeña del sector metalmecánico (R.S.I., Ltda.).

Dentro del porcentaje (14.8%) de los recursos aportados por el empresario al proyecto, se cuentan dos máquinas (recursos en especie) las cuales se habían diseñado y desarrollado *in house* sobre las cuales, desde algunos años atrás, la una se destinaba a la trituración de los envases de “tetrapak”, y la otra se trataba de una extrusora, para el tratamiento de fibras de plástico, con los cuales el empresario experimentaba la obtención del tablero aglomerado, sin que obtuviera resultados positivos; aunque los primeros experimentos realmente empezaron en la cocina, con la ayuda del horno para Pandebono y el rodillo de panadería; sobre ello, el gerente de INNOPACK se expresa:

> Llevaba 4 años y medio haciendo pruebas sobre residuos de “tetrapak” en la cocina de mi casa, pero por cada experimento solo obtenía preguntas y más preguntas! [….]. Al acudir a la Universidad y experimentar con los equipos, que había adquirido para la ejecución del proyecto (antes de la presentación a la convocatoria de Colciencias), en los cuales es posible graduar el espesor de los

> tableros y la temperatura de la amalgama, esto, utilizando una prensa (de laboratorio) de platos calientes, de control numérico, permitió documentar las pruebas y obtener informes gráficos del proceso, que requeríamos para justificar la investigación ante Colciencias; y, entonces, ¡al fin tenía más respuestas que preguntas!
>
> Gerente INNOPACK

Al calificar el proyecto como de "Innovación tecnológica -Innovación de proceso", con el Código "12592401902", por Colciencias, la UAO, como entidad ejecutora, pudo acceder a la correspondiente exención tributaria (del IVA) en las importaciones de elementos, equipos y maquinarias para su desarrollo.

> Mi rol como gestor de recursos implicó explicar ante los auditores de Colciencias (pares investigadores) la necesidad de modificar el rubro de presupuesto solicitado a Colciencias, por cuanto en la ejecución del proyecto requeríamos de otro tipo de maquinaria que sería operada en las instalaciones de INNOPACK, pero los costos de producción en Colombia resultaban muy elevados frente a la alternativa de importarla desde la China; por tanto, solicitamos la autorización correspondiente y las exenciones tributarias cubiertas en la política de Colciencias
>
> Líder GITEM-UAO

En ese sentido, los textos (documentos): Convocatoria de Colciencias, Calificación de "Innovación tecnológica de Proceso" y la Exención de impuestos para la importación de equipos, se constituyen en los objetos mediadores que aportan a la red desde sus funciones de instrumentos de viabilización de la investigación científica y tecnológica, ligando en esta ocasión soluciones técnicas (expresadas en el perfil del proyecto de la convocatoria) con actores académicos y socio-económicos, para fortalecer la red sociotécnica en la dinámica de movilizar aliados en el proyecto de innovación. En este sentido, la Directora OTRI -Univalle expresa lo siguiente:

> Las entidades existen, los recursos existen, lo que falta es desarrollar la confianza del empresario de salir de su recinto y acercarse a los centros de investigación, a las universidades; esa es nuestra función, acercar a estos dos actores y acompañarlos en las primeras etapas de construcción del nuevo conocimiento tecnológico, pues «llegar al resultado buscado es ante todo una probabilidad»
>
> Directora OTRI UNIVALLE

Tratándose de una iniciativa que involucra el uso y el reciclaje de material "tetra pak", la Corporación TETRAPK Colombia adopta cierta entidad dentro del proyecto GITEM que aporta con recursos financieros y de asesoramiento técnico. A nivel mundial, la Corporación TETRAPAK ha llevado a cabo investigación y desarrollo tecnológico para fabricar tableros aglomerados con envases de "treta pak" posconsumo. En relación con estos aportes, el gerente de INNOPACK comenta:

> [….] Aproveché la visita a Cali, en la empresa SONOCO, Ltda[86]., del nuevo gerente de la Unidad de Gestión Ambiental y Programas Sociales de TETRAPAK - Colombia, con sede en Bogotá, para presentarle el proyecto GITEM. El grado de desarrollo que habíamos alcanzado en el proyecto, es decir, los resultados de las pruebas de laboratorio, el aval y financiamiento de Colciencias y el auspicio de la Universidad Autónoma de Occidente, así como los impactos socioeconómicos que se abordaban en él, despertaron el interés del gerente de TETRAPAK Colombia; no así, había ocurrido dos años atrás cuando también tuve la oportunidad de presentarle el proyecto a la gerente en funciones de esa Unidad
>
> Gerente INNOPACK

[86] SONOCO de Colombia, Ltda., Sucursal Cali, fabrica tubos de cartón para el enrolle de papel, plástico, tela y fibra sintética, envases y esquineros de cartón, rollos de cartón "kraft" y similares. Para ese entonces, la esposa del gerente de INNOPACK laboraba en esta empresa. A través de un convenio de reciclaje con TETRAPAK, la empresa SONOCO se encargaría del proceso de despulpado de los envases tetra pak. La cantidad de envases que se estimaba reciclar en SONOCO era de 300 toneladas mensuales, de las cuales se esperaba obtener un 25% de material poli aluminio; de esta manera, TETRAPAK se comprometía a direccionar los envases tetra pak recolectados hacia SONOCO con exclusividad del reciclaje hacia la empresa INNOPACK, la cual esperaba receptar para el proyecto de carretes alrededor de 75 toneladas de material poli aluminio al mes.

Por intermedio de la gerencia de la Unidad de Gestión Ambiental y Programas Sociales de TETRAPAK Colombia -UAPS, se organizó una agenda en Brasil, en el Estado de Campinas, en que la Corporación auspició en un 100% los costos de la realización de las visitas, incluidos traslados aéreos, terrestres y de manutención de dos profesores investigadores del grupo GITEM de la Universidad Autónoma de Occidente y del gerente de INNOPACK. El gerente de UAPS, Dr. Juan Carlos Moya, sensiblemente comprometido con el desarrollo del proyecto GITEM, realiza con el grupo las visitas técnicas a un conjunto de 16 fábricas que producían tejas, tableros y otras tecnologías, que utilizaban como materia prima los polialuminios del "tetra pak". Principalmente, se visitaron los departamentos de investigación y desarrollo de esas empresas, como también los laboratorios especializados de la Universidad Estatal de Campinas.

Otro actor clave en el desarrollo del proyecto GITEM es la Corporación CENTELSA (Cables de Energía y Telecomunicaciones, S. A.), multinacional colombiana, creada en 1955 bajo la denominación de INCE, Ltda., cinco años más tarde se transforma en CEAT de Colombia; a partir de 1994 cambia su razón social a CENTELSA. Esta compañía establece su planta de producción en Cali y se dedica a desarrollar, diseñar y fabricar cables y alambres de acero y cobre, de variadas dimensiones.

Para la empresa INNOPACK, CENTELSA es el cliente más importante, por lo cual durante el desarrollo de la investigación exploratoria para participar en la Convocatoria 401 de Colciencias, el gerente de INNOPACK y el líder del grupo GITEM informan a los ejecutivos de CENTELSA, acerca de las bondades del proyecto de desarrollo de tableros sintéticos para la fabricación de los carretes; sobre el cual, CENTELSA se pronuncia favorablemente, aplaude la iniciativa y firma una carta de compromiso que respalda el consumo de la producción de carretes con tableros sintéticos. Hasta aquí, las condiciones para la innovación tecnológica, desde un aspecto de red tecno-económica[87] (Callon 2001) ¡parecen estar resueltas!.

[87] Como lo mencionamos en el subcapítulo 4.2.1, los resultados de la innovación tecnológica en una red tecno-económica dan lugar a transacciones de mercado: productor - consumidor.

6.4.2 La innovación empresarial y el desarrollo productivo: ¿Inspiración o Motivación?

Como lo anotamos en el subcapítulo 2.2.2, Renato Dagnino destaca el rol de la universidad como núcleo en la relación universidad-empresa-Estado para la viabilización del desarrollo científico-tecnológico que requiere la sociedad (Dagnino 2003). De igual manera, la Encuesta Nacional IAIF/FECYT-2003, del gobierno español destaca el rol de la universidad como organismo público más atractivo para la empresa española, en el sentido de la cooperación que se logra con la empresa, y la relación con el tamaño de la misma, en proyectos de I + D conjuntos bajo condiciones singulares de incertidumbre. Estas situaciones provocan a la vez motivaciones que resultan en la ampliación de las relaciones entre las esferas institucionales: Gobierno, Universidad, Industria (esquema contemplado en el Modelo de Triple Hélice), aumento de la sinergia en actividades de innovación de mayor impacto socio-económico. Esta visión se recogió en la Proposición 1:

> *P.T.1: Los incentivos que se generan en el marco de las relaciones universidad-empresa-Estado, se tornan en valiosos instrumentos para lograr la cooperación efectiva entre los distintos actores de una red interorganizacional para la innovación tecnológica.*

A partir de esta proposición, entendemos que los elementos motivacionales dentro de una red interorganizacional para la innovación tecnológica se van construyendo a través de los esfuerzos de cooperación entre los actores y en la medida que los instrumentos mediadores de esas relaciones generan las condiciones de credibilidad para emprender procesos innovativos hacia la consecución de objetivos socio-económicos convergentes.

En este sentido, Guilherme Plonski (1999) ha caracterizado los procesos de cooperación en la relación universidad-empresa a través de cuatro dimensiones, que considera la *naturaleza de los actores* de la cooperación: el emprendedor o las personas jurídicas del sector empresarial y los investigadores independientes o

instituciones científico-tecnológicas. En función de la naturaleza de los sujetos de la cooperación, el autor define unas *formas* de la cooperación, unos tipos de *estructuras de enlace* y unos *esquemas transaccionales* que redundan en actividades participativas provenientes de ambas partes. A partir de esta caracterización, Plonski describe un conjunto de elementos motivadores y facilitadores de los procesos innovativos dentro de la relación: universidad-empresa. (Cfr. subcapítulo 2.2.2 y cuadros 3 y 3.1).

En Colombia, como lo afirma el Director del Programa de Investigaciones y Gestión de la Innovación -PIGI, del Hospital General de Medellín -Luz Castro de Gutiérrez, a la fecha posterior a la aplicación de los incentivos tributarios, en el marco de la relación universidad-empresa, el número de proyectos de investigación, calificados como de innovación tecnológica por Colciencias, se incrementó en el distrito metropolitano de Medellín en un 35%, entre agosto de 2013 y agosto de 2014; al respecto, comenta:

> [….] en general, al menos en Medellín, el conjunto de los incentivos para las agencias del Sistema de Innovación de Medellín no son suficientemente conocidas o articuladas, pues la mayoría de incentivos son de carácter financiero, aunque la OCDE los considera esenciales, ya que universalmente se ha demostrado su efectividad. [….] algunas de esas propuestas son realmente interesantes y, aunque todavía no son innovaciones, tienen un enorme potencial para lograrlo, pero los incentivos pueden orientarse a ámbitos distintos a los estrictamente pecuniarios
>
> Director PIGI –HGM.LCG

Entre septiembre de 2013 y marzo de 2014, la Organización de Cooperación de Desarrollo Económico -OCDE evaluó la Política de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia, en que recomienda que el país debiera desarrollar un portafolio de incentivos que mitiguen las fallas en términos de coordinación de la política y del mercado. En ese sentido, se refiere a que Colombia debe apostarle a la innovación a través de redes o agrupaciones más que enfocar los esfuerzos hacia

empresas individuales o a emprendimientos de tipo "spin-off" o compañías "start-up"[88].

Como alternativas de mejoramiento de las capacidades de innovación, la OCDE realizó otras recomendaciones, entre las cuales cuentan los programas competitivos de becas para cofinanciar proyectos empresariales de formación y aprendizaje, los programas para motivar a los Bancos mayores a destinar fondos para inversión en capital humano y otros tipos de capital basado en conocimiento, la consolidación de los centros de excelencia y los centros de competencia; así como, enfocarse en incentivos para construir enlaces que exploten las relaciones entre profesores y alumnos a medida que los estudiantes se incorporan a la industria, de tal forma que se incremente la capacidad de absorción de las empresas y el intercambio de conocimientos.

Adicionalmente, los esquemas transaccionales, como los que se han propuesto en Plonski (1999; Cfr. Subcapítulo 2.2.2), en la relación universidad- empresa, muestran otros tipos de incentivos no financieros, relacionados con eventos académicos; en este sentido, exponemos las experiencias de la empresa S.R.I, Ltda., en su relación con la universidad y actores del sistema de ciencia, tecnología e innovación.

Nos referimos al Diplomado en "Gestión Estratégica de la Innovación" que, en 2008 Colciencias, en conjunto con las redes RUPI y con el apoyo del SENA, organizaron para empresarios colombianos. El programa se llevó a cabo, simultáneamente en las ciudades de Bogotá, Medellín, Cali, Pereira, Barranquilla y Bucaramanga, en las sedes de las universidades, U. del Rosario, U. Nacional, U. del Valle, U. Tecnológica de Pereira, U. del Norte y la U. Pontificia Bolivariana, respectivamente. En ese Programa participaron 253 empresarios a nivel nacional. Al respecto, registramos:

> Pude asistir porque la Universidad Autónoma de Occidente me otorgó un cupo, considerando que yo merecía estar allí, cubriendo el costo del programa académico, de varios millones de pesos. Fue un diplomado de la mayor altura, con

[88] Los términos anglosajones "spinoff" y "startup" los explicamos en la nota al pie 81, del subcapítulo 6.3.1.

> expositores internacionales que expusieron casos exitosos de innovación en Estados Unidos, Argentina, Brasil, España y Corea Del Sur. De Cali asistimos 40 empresarios.
>
> Gerente de INNOPACK

A partir de las *lecciones aprendidas* que se compartieron en ese evento, el gerente de INNOPACK lleva a cabo algunas decisiones empresariales:

> La asistencia a ese diplomado significó una transformación para nuestra empresa, que incluyó el cambio de nombre de "Recuperados y Servicios Industriales", que no dice nada, a INNOPACK, que quiere decir, Ingeniería e Innovación en Empaques, esto reflejó un cambio de mentalidad. Mi relación con la universidad me mostró que es posible tener acceso a recursos sin necesidad de grandes inversiones
>
> Gerente de INNOPACK

Esta decisión significó un punto de convergencia entre la empresa, la universidad y la política pública en innovación y desarrollo tecnológico, en el sentido que su vinculación como entidad del mercado confiere una diferenciación entre actores, pero, a la vez, entre ellos se generan unas mediaciones de conocimiento que les permiten mantener sus objetivos y negociar niveles adecuados de acuerdos en relación con las prácticas de protección y difusión del conocimiento generado en la red, como lo evidenciamos en los acápites siguientes.

6.5 Producción de conocimiento tecnológico en la red

Como lo acotan, Bengt-Äke Lundvall y Björn Johnson (1994), "lo que se combina en la innovación son diversas piezas de conocimiento". En este sentido, los intercambios entre disciplinas e instituciones que se producen en grandes laboratorios, en centros científicos y tecnológicos y en los departamentos de investigación y desarrollo, de manera organizada y sistemática, puede constituirse en una fuente consciente del conocimiento; sin embargo, los autores aportan que el aprendizaje que se genera en las actividades económicas rutinarias, aunque no de manera sistemática, también puede incorporarse a los procesos innovativos.

En esta línea, Peter Lane y Michael Lubatkin (1998) aportan que, las fuentes de ideas de innovación fuera de las fronteras de la organización se absorben a través del intercambio de nuevas informaciones, conocimientos y competencias, compartidas de manera formal o informal entre distintos actores en el marco de relaciones interorganizacionales, lo que denominan "*learning-from-network*". Desde estas visiones, formulamos la Proposición 2:

> *P.T.2: Las relaciones entre actores de la red, tanto a nivel formal como informal, propician el aprendizaje interactivo y la producción de conocimiento tecnológico, en el marco de proyectos institucionales y de cooperación para la innovación tecnológica.*

En esa búsqueda consciente del conocimiento, observamos en Colombia, esfuerzos en la creación de redes de conocimiento e innovación, por ejemplo, en el campo de la tecnología de nuevos materiales. En esta disciplina, aludimos nuevamente al grupo de investigación "MATERIALES COMPUESTOS - GMC", (Cfr. subcapítulo 6.3.1), creado desde el año 1986, en que a lo largo de su evolución como centro de excelencia de nuevos materiales ha conformado una red extensa de cooperación científica y tecnológica.

Sin embargo, como lo manifiestan algunos estudiantes de posgrado, que hacen parte de grupos de investigación, en entrevistas casuales nos manifestaron que el acceso a los recursos científicos en laboratorios o centros de investigación avalados por Colciencias, que se espera que sean compartidos por la comunidad científica a nivel nacional e internacional, evitando la duplicidad de infraestructura, no son fácilmente accesibles; para el acceso se deben sortear ciertos tipos de reglas formales y asumir ciertos tipos de costos, que difieren en razón de si el grupo consultante son o no parte de la red del CENM. Más ahora que el CENM ya no recibe apoyo financiero del gobierno, en razón que se trató de un "mecanismo de articulación de unión temporal" (Pérez 2013, 76), los equipos de laboratorio son de propiedad de las universidades sedes del Programa en cada ciudad del país.

En el caso del grupo GITEM, como lo señalamos en subcapítulo 6.3.1, al ser parte de RUPI-Valle del Cauca, en red con la Universidad Del Valle, el acceso a los equipos sofisticados del CENM, por ejemplo, el equipo PPMS (Physical Property Measurement System), para las pruebas iniciales sobre las variables de temperatura, porcentaje de humedad inicial y final, cambios de volumen, tiempos de proceso, entre otros, fue relativamente expedito. Sin embargo, como lo señalamos al inicio de este subcapítulo, en el marco de las relaciones interorganizacionales, el intercambio de nuevas informaciones y conocimientos se buscaron compartir en laboratorios en el extranjero, mediante acceso a centros de investigación y laboratorios de la Universidad Estatal de Campinas, en condiciones de informalidad, durante el viaje realizado a Brasil por integrantes del grupo.

Para la UAO, el proyecto de la Convocatoria 401 de Colciencias culminó, a través de la realización del informe final a Colciencias, presentado en diciembre de 2010, el cual refería las actividades llevadas a cabo para la transferencia tecnológica a la empresa INNOPACK, que incluía la importación, desmontaje e instalación de la prensa de platos calientes (de 300 ton), y su respectiva unidad de calentamiento, adquirida del proveedor de la China QIULIN MACHINERY CO. LTD.

Sin embargo, la empresa INNOPACK no ha podido fabricar los carretes con material sintético en remplazo de la madera de bosque nativo; esta situación la podemos reflejar en algunos fragmentos que rescatamos de los registros y documentos proporcionados a la investigadora acerca del caso único GITEM, como sigue:

> A partir del segundo semestre de 2013 la empresa INNOPACK ha entrado en un proceso de cierre de sus operaciones y liquidación de sus activos como consecuencia de la imposibilidad de ejecución de las fases finales del proyecto de producción de carretes con material reciclado de envases tetra pak y por la crítica situación económica que viene padeciendo en los últimos años. El gerente de la empresa atribuye el cierre de las operaciones a dos tipos de factores: a) factores económicos de la empresa y b) factores técnicos y económicos del proyecto GITEM. Los problemas económicos de la empresa surgen a partir de octubre de 2010 en que CENTELSA suspende sus operaciones en Puerto Rico, uno de los mercados que generaba la mayoría de las ventas de carretes para INNOPACK;

adicionalmente, a principios de 2012 CENTELSA es adquirida por el grupo mejicano XIGNUS, cuyos intereses actuales no contemplaban la continuidad de las actividades comerciales con el Consorcio OCEANEERING[89], cliente al cual iban destinados los carretes metálicos de pared ondulada de INNOPACK.

Adicionalmente, los factores técnicos que afectaron la ejecución del proyecto estuvieron relacionados, por una parte, con la imposibilidad de llevar a cabo el montaje de los equipos adquiridos los cuales requerían de un cambio de acometida eléctrica interna en INNOPACK, con un costo aproximado de 85 millones de pesos –COP y un costo anual de 15 millones, por concepto de seguros; valores solicitados en calidad de préstamo a CENTELSA en junio de 2012, pero que nunca se concretaron. Por otra parte, las expectativas reales de generación de poli aluminio por parte de SONOCO, de darse el acuerdo con TETRAPAK, tan solo serían de 5 toneladas mensuales, en vez de las 75 planteadas inicialmente. En estas circunstancias, el proyecto de sustitución de madera de bosque nativo y de fabricación de carretes para la empresa INNOPACK resultaba no rentable, razón por la cual se suspendió indefinidamente el proyecto, se decidió el cierre de la empresa y la liquidación de sus activos productivos.

Como podemos apreciar, ¡no se cumplieron acuerdos y, de muchas maneras, se ha entorpecido el alineamiento que INNOPACK mantenía con CENTELSA, con SONOCO y con TETRAPAK! (Veáse nota al pie 85); parte de este inconveniente proviene de la limitación en el volumen de reciclaje de envases de "tetra pak", por la baja jerarquía en su recolección y ante la ausencia de políticas del gobierno para fomentar esta actividad; además, ¡el grado de convergencia en la red ha disminuido!. Lamentablemente, para INNOPACK esta divergencia de intereses significó la ruptura del emprendimiento de fabricación de carretes con material sintético en sustitución de la madera de bosque nativo. No obstante, el conocimiento tecnológico generado fluye fuera de las fronteras de la organización en una carrera por la visibilidad del conocimiento tecnológico: publicar y patentar.

6.5.1 La carrera por la visibilidad: conocimiento tecnológico publicado y patentado

[89] El consorcio OCEANEERING International en el dsitrito Federal de México.

En Colombia, desde las vicerrectorías de investigación de las IES, concretamente, desde los órganos institucionales de Desarrollo Tecnológico e Innovación y desde las oficinas de Transferencia de Resultados de Innovación - OTRI, se establecen políticas encaminadas al asesoramiento para acuerdos de colaboración entre los grupos de investigación, otros centros científicos y tecnológicos y el sector empresarial, que incluye metodologías para los acuerdos de desarrollo y de propiedad intelectual e industrial.

En la Reunión regional de trabajo sobre modelos de colaboración y de gestión para la ejecución de proyectos y la prestación de servicios de propiedad intelectual, llevada a cabo en marzo de 2011, en Brasil, la Oficina de Asesoría de propiedad intelectual de Colciencias expone su propuesta de promover la propiedad industrial como mecanismo para el desarrollo empresarial, impulsando la conformación de redes de gestión de la propiedad intelectual entre personas, profesionales, empresarios e instituciones en los cuatro primeros sectores en producción e investigación del país: Salud, Industria/Energía, Agroindustria y Defensa.

El modelo que plantea Colciencias en conjunto con la Superintendencia de Industria y Comercio y el Ministerio de Defensa está estructurado en cuatro etapas: Auditoría y Capacitación (iniciaron actividades desde 2007), Consolidación (esta inició en abril de 2011) y Evaluación. Los acuerdos de propiedad intelectual que promueve este modelo van encaminados a considerar, dentro de los Perfiles de los proyectos de los Grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación[90], anticipadamente, las consecuencias e impactos a futuro que se genera de la posibilidad de explotar comercialmente los productos o procesos resultantes del desarrollo del proyecto. En dicho acuerdo se plasma la voluntad que expresen las partes interesadas, sin que deban regirse a un modelo de acta estándar.

[90] A partir de 2012, Colciencias define y evalúa los grupos académicos y empresariales de investigación como "Grupos de investigación, desarrollo tecnológico y/o de innovación", en razón de la incorporación de políticas de propiedad intelectual e industrial que busca promover la participación del sector empresarial en convocatorias de desarrollo tecnológico y competitividad.

Dicha Reunión, fue convocada por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual -OMPI[91], en colaboración con el Instituto Nacional de Propiedad Intelectual de Brasil -IMPI y la Red de Tecnología de Río de Janeiro- REDETEC. El modelo colombiano de redes de Gestión de propiedad intelectual fue considerado, aparte del modelo generado en Brasil de muchos años atrás, como un adelanto en América Latina en esta temática.

En esta línea, para el 2013, Colciencias realiza la Convocatoria 621, destina un presupuesto de 2 millones 800 mil pesos -COP, para el fomento de Oficinas OTRI institucionales. Bajo esta Convocatoria, se logró apoyar las Oficinas de transferencia de resultados investigativos para el asesoramiento profesional en temas de propiedad intelectual en seis instituciones a lo largo del país: Corporación CONNECT Bogotá, Corporación TECNNOVA, ACOPI Seccional Atlántico, la Universidad Autónoma de Bucaramanga, la Universidad Distrital Francisco José De Caldas y el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia.

En relación con el grupo GITEM, el acuerdo de patentes, como tema de gestión del conocimiento fue escenario de controversia en la relación universidad-empresa. Este escollo estuvo a punto de cancelar el desarrollo del proyecto de innovación tecnológica, ya que el autor de la idea original (el gerente-propietario de la empresa S.R.I., ahora INNOPACK) se sintió vulnerado en sus derechos, como "*obligado a endosar su proyecto a la universidad*".

Las decisiones sobre propiedad intelectual implican una dinámica de relacionamientos con nuevas formas de coordinación y de trabajo institución-empresa; las pruebas de laboratorio, los prototipos y los esfuerzos de documentación son ahora los intermediarios entre los actores dentro de la red. El actor-red está cambiando de posición y los vínculos se expanden en el espacio y tiempo. Esto lo vemos en los fragmentos siguientes en la forma como llegan a acuerdos frente a las posibilidades de explotación del conocimiento y en la forma como se busca la visibilidad de los resultados de la red sociotécnica y tecno-económica (Callon 2001).

[91] Las conferencias, reuniones y seminarios organizados por la OMPI pueden consultarse en: www.wipo.int/meetings/es/.

> El día anterior a la presentación del proyecto ante la Convocatoria de Colciencias, (marzo de 2007), como requisito debíamos firmar un documento que rezaba "Acta de Propiedad Intelectual"; esta decía que si del proyecto resultaba una generación de patente o cualquier otra circunstancia que generara beneficio económico, ese beneficio se asignaría en proporción de lo que cada entidad había aportado para el proyecto. ¿Se trataba de endosar el proyecto?. Desde mi visión de empresario, la primera reacción fue de asombro y descontento: "…. ¿Cómo es que después de cinco años de venir trabajando en este proyecto, ahora resulta que solamente soy dueño del 15% de él, de sus resultados?. Un escollo de la institucionalidad del sistema de innovación, que de alguna manera causa o provoca reservas por parte del empresario a develar sus proyectos innovativos. El proyecto estuvo a punto de disolverse antes de su presentación a la convocatoria. Pero, pudo esclarecerse que si las patentes resultaban de la innovación en la fabricación de carretes, específicamente, los beneficios de la misma se compartirían con la institución educativa y con la empresa INNOPACK.
>
> Gerente de INNOPACK

El tema de patentes sobre fabricación de tableros rígidos, aglomerados con residuos de "tetra pak", estaba agotado, ya que existen patentes en otros países, impulsadas por el departamento de Investigación y Desarrollo de la Corporación TETRAPAK. Sin embargo, los resultados documentados de los ensayos sobre las pruebas técnicas de los procesos y de los materiales a los cuales tuvo acceso el grupo en su visita a Brasil, sirvieron de mediadores del trabajo colaborativo y para capitalizar el aprendizaje. En este sentido, al comparar los resultados de las pruebas en diferentes centros de investigación, se pudo constatar que las pruebas realizadas previamente en Colombia, en los laboratorios de la UAO y del CENM[92], han significado avances tecnológicos que enriquecen el estado del arte del reciclaje de polialuminio / plástico (LDPE/Al) de "tetra pak".

[92] Como reza en el cuadro 13, el CENM (Centro de Excelencia en Nuevos Materiales) es uno de los Centros de Investigación de Excelencia -CIE, reconocido por Colciencias, que corresponde al área estratégica de "Materiales avanzados y Nanotecnología". Los laboratorios del CENM en el campus de la Universidad Del Valle, en Cali, a escasos 2 kilómetros de distancia de la UAO, es uno de los mejores dotados del país; un sistema de alta tecnología consistente en el equipo PPMS (*Physical Property Measurement System*), fue el primer sistema de medición de propiedades físicas de los materiales más avanzado que se haya adquirido en Colombia, en su momento.

Desde esta visión de red tecno-económica, ahora el *polo científico que produce conocimientos certificados* (Callon 2001, 87), está localizado en el Departamento de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Occidente, específicamente, en el grupo de investigación GITEM; *el polo técnico*, por su parte, estaría localizado en el laboratorio del Grupo GITEM, equipado, en buena parte, con recursos del proyecto de tableros de "tetrapak" y en los laboratorios del CENM-Univalle u otros centros científicos a nivel nacional o internacional.

A partir de este escenario, la carrera por la visibilidad, publicar y patentar se emprende. Luego de las interacciones e intercambio de información con los centros de investigación en Brasil, para el grupo GITEM estuvo muy claro que de los análisis sobre la amalgama de elementos de "tetrapak" y de otros, naturales o sintéticos, podrían resultar compuestos de materiales que podrían utilizarse en la fabricación de otros productos de ingeniería, sobre los cuales pudiera obtenerse patentes. En este sentido, la dinámica de interacción entre actores y mediadores se intensifica, nuevas asociaciones, diversos trabajos para construir, mantener o deshacer esas asociaciones, el movimiento de las personas, la circulación de los objetos y los conflictos. Esta dinámica de transferencia y coconstrucción de conocimiento en la red del grupo GITEM las evidenciamos en diferentes circunstancias:

En Resoluciones, Actas e Informes (2008-2010), que comprenden:

- Resolución 08943 de Colciencias sobre reconocimiento del proyecto 07INTER-81 como de innovación tecnológica;
- Resolución sobre finalistas y nominados al Premio Santander Emprendimiento, Ciencia e Innovación Colombia - noviembre 2010;
- Informes internos de la Universidad Autónoma de Occidente;
- Informe preliminar de solicitud de patente (Clarke, Modet & Co. Colombia);
- Actas de tesis de posgrados, desarrollados durante la ejecución del proyecto.

Alrededor de los resultados alcanzados en el proyecto, encontramos algunas divulgaciones académicas en diferentes publicaciones, en coautoría entre actores de la universidad y del sector industrial:

- "LA EXPERIENCIA EN INNOVACIÓN DE RECUPERADOS Y SERVICIOS INDUSTRIALES, LTDA.", publicado en la *Revista Acción* de la Cámara de Comercio de Cali -febrero de 2009;

- “LA UNIVERSIDAD, UN GRAN ALIADO PARA LA PEQUEÑA EMPRESA”, publicado la *Revista Investigación, Desarrollo e Innovación*, de la Universidad Autónoma de Occidente -junio- 2010, Cali;
- “PROCESSING OF LDP/AI COMPOSITE FROM RECYCLED CARTON PACKAGES AND EVOLUTION OF MECHANICAL PROPETIES”, publicado en la Memoria del GPEC SPE´s 2010 - Global Plastics Environmental Conference -julio 2010, Orlando, FL;
- “STUDY OF MANUFACTURING PROCESS OPTIMIZATION OF RIGID BOARDS OF LDPE/AI COMPOSITE RECYCLED”, publicado en la Memoria de ASME 2010 International Manufacturing Science and Engineering Conference -octubre de 2010, en Eri, PA.,

En algunas ocasiones, estas publicaciones se llevaron a cabo en coautoría con el propietario-gerente de la empresa INNOPACK. Otras actividades, incluyen ponencias a nivel nacional e internacional y clases ilustrativas en centros de educación tecnológica y universidades, dentro y fuera de Colombia y el desarrollo de personal en programas de maestrías y doctorados.

En el Anexo 1, mostramos un resumen acerca de los procesos técnicos desarrollados, algunos de ellos, conjuntamente con la empresa INNOPACK, Ltda., (o con otros centros de investigación de materiales compuestos), para que la empresa beneficiaria (INNOPACK, Ltda.), finalmente pueda fabricar los discos o alas de los carretes bajo el nuevo proceso de aglomerado por compresión. Al respecto, transcribimos el siguiente comentario:

> Aquí en la universidad nuestra tarea es realizar investigación básica y aplicada con socios industriales, pues finalmente quienes fabrican y comercializan los productos son las empresas a las cuales les transmitimos todo el *know how* extraído del proyecto, según lo pactado; pero el trabajo investigativo continúa a través del desarrollo de las tesis de maestría y de doctorado, en la Universidad Del Valle y fuera del país. Ahora, estamos investigando la utilización del LDPE/Al con fibras de fique para desarrollar otros compuestos de materiales, con los cuales se logre el nivel de resistencia a la tensión buscado en la fabricación de tableros rígidos (en sustitución de la madera de bosque nativo) para diferentes aplicaciones. De hecho, desde inicios de 2010, iniciamos los trámites para la obtención de patente de modelo de utilidad, a través de la empresa consultora *Clarke, Modet & Co*.; hemos adquirido nuevos equipos, con recursos de varias fuentes como la Corporación

> TETRAPAK e INNOPACK, que nos han apoyado en convocatorias internas de la UAO, para continuar con estas investigaciones para mejorar las características mecánicas del material. Sobre las publicaciones que hemos realizado mencionando estos desarrollos tecnológicos, nos vienen consultas de la India, China, Estados Unidos, Ecuador, Perú y solicitudes de revisión de artículos y tesis doctorales a nivel mundial
>
> Líder Grupo GITEM

Ahora, las nuevas investigaciones, basadas en la experiencia sobre el proceso de aglomerado en caliente con material de "tetra pak" (LDPE/Al), incluyen la adición de fibras de fique (que es un recurso natural renovable de gran abundancia en Colombia) para producir nuevos compuestos. Sobre estos desarrollos, también se ha buscado visibilidad a través de publicaciones, en coautoría con la empresa INNOPACK:

- DESEMPEÑO MECÁNICO DEL COMPUESTO POLIETILENO ALUMINIO REFORZADO CON AGROFIBRAS LARGAS DE FIQUE", publicado en la Revista Latinoamericana de Metalurgias y Materiales, Vol. 31, No. 2, Universidad Simón Bolívar - Caracas - abril de 2011
- "THE EFFECT OF INTERFACIAL ADHESION ON THE CREEP BEHAVIOUR OF LDPE/Al/Fique COMPOSITE MATERIALS", publicado en la Revista Composites Part B:, Vol. 55, -junio de 2013
- "POSIBILIDADES DE FABRICACIÓN CON EL POLIETILENO ALUMINIO OBTENIDO DEL RECICLAJE DE ENVASES MULTICAPAS", publicado Revista Informador Técnico -Bogotá, Vol. 77, No. 2 -diciembre de 2013

Sin embargo, como lo mencionamos en líneas anteriores, hasta esta última fecha, la empresa INNOPACK no ha podido fabricar los carretes con material sintético (fracción de poli aluminio de los envases tetra pak más la adición de las agrofibras largas de fique, en remplazo de la madera de bosque nativo); no obstante, cuando preguntamos al empresario de INNOPACK sobre el conocimiento obtenido a lo largo del proceso de investigación tecnológica, contesta que el contacto con la universidad fue como conocer y participar de un panorama nuevo, en que se aprendión a estructurar proyectos de innovación, a conocer de Colciencias, a mirar y

escudriñar alternativas de consecución de recursos materiales y financieros, a conocer empresas y a darnos a conocer por otras, “el haber conseguido el financiamiento con Colciencias nos hizo sentir y nos miraban de otra manera, ¡con admiración!”, a intercambiar información y competencias de manera formal e informal, en definitiva, “aprendí lo que significa operar en red”.

6.6 Mecanismos de integración y gobernanza de la red

La integración en los esquemas de redes interorganizacionales, regularmente se manifiesta a través de distintos tipos de alianzas y de acuerdos de cooperación, sobre la base de criterios de confianza y de normas compartidas. Milward et al (2006), acota que en el ámbito de las redes interorganizacionales, ningún actor, de manera individual, tendría la responsabilidad de los resultados a nivel de red, independientemente de si estos son positivos o negativos.

Sin embargo, tal como lo advierte, Provan y Kenis (2008), desde la perspectiva de un sistema formal, compuesto por tres o más organizaciones autonómicas, es necesaria una cierta forma de gobierno para garantizar que los actores se involucren en la acción colectiva y de apoyo mutuo, se gestione el conflicto y se proporcione dirección y apoyo en la utilización eficiente de los recursos adquiridos para la red.

Desde esta línea, las investigaciones sobre redes interorganizacionales, basadas en sistemas formales de alianzas en la prestación de servicios de salud (Provan 1995; Ahuja 2000), muestran que es necesario aplicar alguna forma de control, ya sea en base a acuerdos formales contractuales o a regulaciones institucionales, pero también, de manera informal, en base a la confianza o normas compartidas, para coordinar las actividades de la red y garantizar que se logren los objetivos a nivel de organización individual a la vez que se alcanzan las metas a nivel de red en su conjunto (Cfr. subcapítulo 3.2.3). Desde estas perspectivas, propusimos lo siguiente:

P.T.5: Dentro de un sistema formal, es preciso desarrollar mecanismos de coordinación y control colectivo que respondan a cierto grado de centralización/descentralización, mientras se genera la confianza, el compromiso y la reputación de las relaciones intra-red.

Las dinámicas de cooperación y colaboración guiadas por las políticas públicas de ciencia, tecnología e innovación, de hecho, derivan en varias formas de integración, como las que evidenciamos en las redes para la innovación, como los comités U-E-E, las redes RUPI, los centros de investigación de excelencia CIE y los grupos de investigación académicos. En estas entidades que, no necesariamente son de carácter jurídico formal, el imperativo de gobernanza, como tal se visualiza en aspectos de coordinación de esfuerzos más que en instrumentos de control de la acción.

> Desde las Oficinas OTRI o Unidades de Desarrollo tecnológico en las IES, la coordinación entre grupos de investigación y el sector empresarial, que parte a través del planteamiento de un proyecto de investigación conjunto, el rol de la OTRI se vuelca hacia el acompañamiento. Hacemos reuniones de seguimiento con ambos actores. Al principio son mensuales para estar seguros que ambos están en la dirección, que lo que piensa el uno también lo piensa el otro. Inclusive las reuniones pueden ser más cercanas en el tiempo al inicio del proyecto. Posteriormente, las reuniones son cada seis meses o eventuales, hasta la culminación del proyecto.

En la red RUPIV- Valle del Cauca, los elementos de coordinación e integración lo evidenciamos en la forma como se ha integrado a la red sus miembros. "*tenemos un acuerdo firmado por todos los ocho rectores de las IES, en cada entidad se tiene un representante, pero la dinámica de la red se ha dado en razón que rotamos cada dos años la responsabilidad de la coordinación de la RUPI entre sus integrantes*" (Directora OTRI - UNIVALLE). En esta línea, cabe mencionar la dinámica del comité CUEE-Antioquia, cuya intensidad en el desarrollo de iniciativas para articular esfuerzos y propiciar ambientes de confianza, es la de mayor trascendencia a nivel nacional; desde su creación en el 2003, llega a su reunión No. 50 en septiembre de 2007 y a la No. 100 en diciembre de 2012.

En la conformación de los grupos de investigación académicos, las personas y otros grupos complementarios actúan en diferentes momentos en razón de la evolución y el avance del proyecto de investigación. Allí, la integración puede darse a nivel de tareas entre grupos. La dificultad radica en la heterogeneidad del grupo. Esto lo apreciamos en situaciones, como la que expresa un líder de grupo en una universidad colombiana:

> El grupo de investigación que lidero está conformado por diferentes tipos de personas. Como siempre, hay algunos "colados"; en el régimen universitario todos los profesores de planta debemos pertenecer a un grupo de investigación avalado por la institución universitaria. Pertenecer a determinado grupo te da oportunidades para hacerte visible a través de publicaciones en coautorías. Sin embargo, como líder de grupo, la universidad te da la opción de conformar subgrupos, de acuerdo con el tipo de investigación que se busca realizar. Aquí la dinámica de integración la llevamos a nivel de tareas. Con los estudiantes a tu cargo (jóvenes investigadores, que son graduados de pregrado o estudiantes de maestrías) puedes controlar el tiempo, pero a nivel de colegas, esto se complica por los tiempos de dedicación.
>
> Director GBIO -UNIVALLE

Dentro del sistema estrictamente formal, como es el caso de Colciencias y de las Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación de las IES, el imperativo de gobernanza lo vemos direccionado hacia la consolidación de una dinámica de trabajo en red, a través de esquemas de evaluación y de reconocimiento de la actividad de investigación e innovación.

> A pesar del alto perfil de formación de los profesores, hay que acompañarlos en el sentido de aterrizar en el uso de los recursos, reflejando en el presupuesto del proyecto la realidad del uso de esos recursos. Sobre el Modelo de medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, institucionalmente se tiene que responder ante Colciencias por el 100% de la información sobre sus grupos de investigación y sus resultados. Para ello, requerimos que los grupos presenten un Plan anual de trabajo sobre artículos por escribir, en que proyecto están las horas de dedicación propuestas
>
> Directora VIDT - UAO

La adquisición de la prensa de platos calientes a la empresa en la China, el traslado y montaje y la adecuación de la planta de fabricación de INNOPACK para su instalación. Todo ello ocurrió a mediados de 2010. Pero, después de tres años, el departamento financiero de la UAO informa que no se ha cumplido con el requisito que exige el Ministerio de Educación Nacional de contabilizar dentro de la entidad ejecutora del proyecto con Colciencias el equipo que, en la práctica se había instalado fuera de las instalaciones de la UAO, como constaba el proyecto, en cuestión.

Directora VIDT - UAO

En ese sentido, la mediación entre actores y objetos pone en circulación un conjunto de mecanismos guiados por la acción de política pública para controlar los recursos asignados a la actividad del grupo de investigación, en términos de la producción académica, de los desarrollos tecnológicos, de apropiación social del conocimiento generado y en términos de la formación del recurso humano. El evento suscitado en GITEM corrobora esta mediación, en relación con el equipo prensa de platos calientes.

6.7 Esquemas interpretativos en la transferencia, adopción y uso de los artefactos y procesos técnicos

Desde un análisis sociológico de los procesos de construcción y adopción de un artefacto (objeto físico), que para nuestra tesis, lo hemos referido a una innovación tecnológica de producto/proceso, las distintas interpretaciones circunstanciales según los grupos de actores sociales implicados en la innovación tecnológica, nos llevó a proponer que:

P.T.7: Una visión sociotécnica implica la conformación de actores-red y la consideración de esquemas interpretativos de los grupos sociales relevantes involucrados en la transferencia, adopción y uso de los artefactos y procesos técnicos.

Para Colciencias los grupos académicos de investigación son, además, grupos para el desarrollo tecnológico y/o innovación y, en ese sentido, como lo mencionamos en líneas anteriores, la valoración de la actividad académica de los grupos se extiende, en términos de la circulación social y técnica del conocimiento, ya que involucra la realización de actividades de participación ciudadana (en eventos y proyectos académicos y empresariales), actividades de intercambio y transferencia del conocimiento (programas de extensión de responsabilidad social sobre la apropiación del conocimiento por parte de la comunidad) y la participación en eventos científicos y de redes de conocimiento.

Desde el ámbito de las interpretaciones y expectativas de los grupos de interés relevantes para la innovación tecnológica, la evidencia muestra que dentro de las entidades donde se genera conocimiento tecnológico las interpretaciones acerca del tiempo y de los productos innovativos difiere de un actor a otro. En ese sentido, registramos las siguientes situaciones:

> La dificultad está en armonizar los tiempos de los investigadores; difícilmente los miembros de un grupo de investigación tienen el tiempo disponible para las relaciones personales acerca del desarrollo de los propios proyectos que los agrupan. Por un lado, puede que el investigador crea que el producto de su investigación está listo para proteger su propiedad intelectual o pasar al paso de la circulación o apropiación social, pero aún falta estandarizarlo; por otro, aquellos que difícilmente se satisfacen con los resultados y continúan mejorándolo.

Este punto se hace evidente en el terreno, cuando se contrasta la interpretación acerca del tiempo y de los procesos de construcción y adopción de un artefacto (objeto físico), por parte del empresario frente a los actores del ambiente académico. Un empresario-directivo opina de esta manera:

> Una cosa que los empresarios hemos venido aprendiendo es que los" tiempos" de las universidades son largos, prolongados. Esto, preocupa al empresario "si nos demoramos en este desarrollo, … [….], tal vez cuando salgamos al mercado ya no va a tener sentido para el producto. Debería manejarse una agenda paralela que permita desarrollar el proyecto antes de que se reciban los

> recursos de Colciencias, pues los tiempos del mercado son muy sensibles para el empresario.
>
> Directivo proyecto ICESI-TES América

En sí, los esquemas interpretativos dejan abiertas posibilidades de traducción de los hechos; como lo advierte Callon (2001, 103), "*la traducción es evolutiva*", en ese sentido se establecen compromisos que son el resultado de continuas negociaciones más o menos complicadas entre actores e intermediarios.

Capítulo Siete

ESTUDIO CONFIRMATORIO. El modelo de efectividad de la red de innovación tecnológica

El objetivo de este capítulo es presentar los resultados de la evidencia empírica recogida de una muestra conformada por 27 líderes de grupos de investigación del más alto nivel dentro de la categorización de Colciencias, que conforman redes sociotécnicas para la generación de innovación tecnológica de producto/proceso, con el fin de validar el conjunto de factores sociales y técnicos, con los cuales nos sea posible explicar la dinámica de relacionamientos que fortalecen los procesos innovativos en el ámbito académico e industrial. De esta forma, respondemos a la pregunta principal de investigación de esta tesis y discernimos sobre el fenómeno de la efectividad de la red de innovación desde la visión del constructivismo social en tecnología, en el marco del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación - SNCTeI de Colombia.

Es así que, en el subcapítulo 7.1 presentamos los resultados de los análisis de la estadística descriptiva, para reflejar la característica de normalidad univariada de los datos del cuestionario, a partir de la cual construimos la matriz de relaciones de correlación entre las variables observadas; posteriormente, con base en la aplicación de un *software* de modelación (SEM- STATA), orientamos la construcción de submodelos y modelos globales (de estructuras de covarianzas), a partir del esquema de relaciones causales propuesto en esta tesis por la investigadora y la teoría de referencia; finalmente, establecimos las medidas de ajuste de cada modelo, de acuerdo con las etapas de la modelación del análisis de estructuras de covarianzas indicadas en este acápite.

Posteriormente, en el subcapítulo 7.2, en función de las valoraciones de los coeficientes de regresión y de las cargas factoriales obtenidas a partir del modelo

significativo seleccionado para el estudio, procedemos a la verificación de las hipótesis que guiaron el estudio investigativo; esta actividad la acompañamos con las reflexiones sobre el concepto de efectividad de la red sociotécnica, en su conjunto, en torno a las tres dimensiones que conformaron el esquema de relaciones causales: i) La dinámica de relacionamientos, ii) El contexto de la cooperación, y iii) El enfoque de flexibilidad interpretativa.

7.1 Modelación con ecuaciones estructurales: Ajuste y validación

En razón que en la presente investigación partimos de la conformación de un modelo conceptual, compuesto de variables observables, de constructos y de relaciones causales, desarrollado a partir de un conjunto de propuestas teóricas formuladas por la investigadora (la estructura del modelo la presentamos en la figura 10, del subcapítulo 5.2.4), y tal como lo señalamos anteriormente, no se trata de un análisis de tipo factorial exploratorio; por tanto, se trata de un análisis de estructuras de covarianzas, a partir del cual expresamos las variables del modelo en términos de las ecuaciones de medida (ecuaciones que relacionan linealmente las variables observables y su respectivo constructo), y en términos de las ecuaciones estructurales (ecuaciones que relacionan linealmente los constructos entre sí y con las variables exógenas); véanse las tablas 4 y 5.

De acuerdo con la naturaleza del análisis de relaciones estructurales lineales, la modelización causal "convierte un modelo teórico complejo en un sistema completo de ecuaciones y de variables relacionadas entre sí" (Lévy 2005, 780). De esta manera, el modelo final que se busca obtener, simplificado y significativo, debe pasar el análisis de covarianzas y la contrastación de la bondad de los ajustes a la estructura inicial de los datos y el cumplimiento de 6 actividades secuenciales (Lévy 2005, Batista 2000): i) Especificación del modelo, ii) Identificación, iii) Estimación de parámetros, iv) Evaluación del ajuste de medidas, v) Respecificación (simplificación del modelo) y vi) Interpretación de los resultados. Estas actividades las realizamos más adelante. Primeramente, nos ocupamos de describir la muestra de informantes del estudio empírico, como sigue a continuación.

7.1.1 Características de la muestra y descripción de los datos

Como lo señalamos en el subcapítulo 5.2.4, por tratarse de una muestra pequeña, no aplicamos una contrastación de los casos de estudio, desde donde obtuvimos los datos a través de cuestionarios, sino que aplicamos una "inmersión de casos particulares en un caso general" (como recomiendan Glaser y Strauss 1967), con lo cual para el presente estudio, aglutinamos los datos de los casos individuales en un único estudio de caso confirmatorio, compuesto por 27 cuestionarios, es decir, 27 observaciones para cada variable del modelo; mencionando que el envío y recepción del cuestionario, cumplimentado, se llevó a cabo durante el segundo semestre de 2014.

Características de la muestra

Sin embargo, desde el ámbito de la investigación cualitativa, nos compete describir las principales características de los sujetos y unidades de observación y de análisis que nos sirva de marco para el análisis global de los resultados. En este sentido, aunque el análisis global de los resultados lo basaremos en un único estudio de caso, en el presente subcapítulo detallamos las fuentes de los datos, según los casos múltiples, contextualmente.

En este sentido, resaltamos que los cuestionarios fueron aplicados en las tres principales áreas metropolitanas de los tres principales Departamentos de Colombia en materia de grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, activos y reconocidos por Colciencias, a diciembre de 2013 (OCyT 2014), pertenecientes a 11 universidades (IES), también de reconocido prestigio académico por contar con un mayor número de Grupos en la más alta categoría (Categorías A y A1) en las ramas de ingeniería pertinentes para el estudio (Colciencias 2014a); destacándose la participación de informantes expertos y de científicos en el campo de la generación de nuevo conocimiento tecnológico e innovación (Véanse los apéndices AP.B-3, AP.B-4 y AP.B-5).

Así, la contribución de respuestas al cuestionario se distribuyó de la siguiente manera: 33% el área metropolitana de Bogotá Distrito Capital, 30% el área

metropolitana de Medellín y 37% el área metropolitana de Cali. En cuanto al género, se registra que únicamente el 15% de los informantes corresponde a mujeres que lideran grupos de investigación en las universidades que conforman el estudio.

Tabla 1

Escuelas de Ingeniería a las cuales pertenecen los grupos de investigación de la muestra

	Caso			
ESCUELAS DE INGENIERÍA	**BOGOTÁ**	**CALI**	**MEDELLÍN**	**Total**
IAM -INGENIERÍA AMBIENTAL	0%	0%	4%	4%
IBIO -BIOINGENIERÍA/ING. MÉDICA/BIOMÉDICA	0%	7%	11%	19%
ICI -INGENIERÍA CIVIL	7%	0%	0%	7%
IEL -ING. ELÉCTRICA/ELECTRÓNICA/MECATRÓNICA	22%	11%	0%	33%
IMA -INGENIERÍA DE MATERIALES	0%	4%	7%	11%
IME -INGENIERÍA MECÁNICA	4%	15%	7%	26%
Total	33%	37%	30%	100%

Fuente: Investigación de campo

Tabla 2

Universidades (IES) a las cuales pertenecen los grupos de investigación de la muestra

			Caso			
			BOGOTÁ	**CALI**	**MEDELLÍN**	**Total**
Universidad	1	UNIANDES	4%	0%	0%	4%
	2	UAO	0%	19%	0%	19%
	3	UDEA	0%	0%	7%	7%
	4	U. EAFIT	0%	0%	7%	7%
	5	U. EIA	0%	0%	7%	7%
	6	U. ICESI	0%	4%	0%	4%
	7	U. JAVERIANA	4%	0%	0%	4%
	8	UMNG	15%	0%	0%	15%
	9	UNAL	11%	0%	0%	11%
	10	UPB	0%	0%	7%	7%
	11	UNIVALLE	0%	15%	0%	15%
		Total	33%	37%	30%	100%

Fuente: Investigación de campo

La descripción estadística de las escuelas de ingenierías y las universidades en cada contexto, que forman parte de la muestra, se presentan en las tablas 1 y 2, respectivamente.

Descripción de los datos

En primer lugar, describimos el contenido inicial de la matriz de los datos originales, procedemos al análisis descriptivo de los datos de la encuesta, con ayuda del programa SPSS, versión 21; posteriormente, se pondrá a prueba el modelo global teórico propuesto.

De acuerdo con el conjunto de variables definidas para el modelo, que describimos en el subcapítulo 5.2.4 (en forma detallada, en el cuadro 11 y en la figura 10), en la tabla 3 presentamos los principales estadísticos descriptivos de las variables observadas, que serán las que formen parte del modelo de ecuaciones estructurales. Para ello, las variables observadas, con su correspondiente denominación, están divididas en 5 grupos estadísticos, así:

Primer Grupo

A1 Propiedades no inmanentes de los objetos
A2 Mediación de los objetos en las acciones sociales innovativas
A3 Significación atribuida a los artefactos
A4 Grado de estabilización de las interpretaciones sociales

Segundo Grupo

B1 Estudiantes en formación
B2 Redes académicas
B3 Sector empresarial
B4 Líderes comunitarios
B5 Sector educativo
B6 Entidades artísticas y culturales
B7 Servicios comunitarios
B8 Distribución/Comercialización

B9 Desarrollos tecnológicos conjuntos
B10 Producción/Transformación
B11 Vinculaciones indirectas

Tercer Grupo

C1 Cooperación técnica gubernamental
C2 Cooperación financiera pública y privada
C3 Cooperación de sectores industriales
C4 Economías de alcance interacadémicas

Cuarto Grupo

D1 Centralización/Estabilidad del SIN
D2 Burocracia del SIN/Institucional
D3 Confianza, compromiso, reputación
D4 Relaciones interpersonales
D5 Compartición de información y conocimiento

Quinto Grupo

EF1 Comunicación y circulación nuevo conocimiento tecnológico
EF2 Producción y comercialización objetos técnicos
EF3 Capacidades innovativas en desarrollos tecnológicos
EF4 Actividades para la apropiación social de la innovación tecnológica

De acuerdo con los valores estadísticos, presentados en la tabla 3, se entiende que existe normalidad univariada de los datos. Una de las formas típicas de validar la normalidad de un conjunto de datos reside en el estudio y análisis de la Curtosis y Asimetría que representan las variables. Curran, West y Finch (1996) establecen los limites, en valor absoluto, hasta los que se pueden considerar un comportamiento semejante al normal, en los valores comprendidos hasta 2 para la Asimetría y hasta 7 para la Curtosis, moderadamente normal para los valores comprendidos entre 2 y 3 para la Asimetría y entre 7 y 21 para la Curtosis y extremadamente no normal para valores superiores a 7 en la Asimetría y a 21 de Curtosis.

En la tabla 3 podemos comprobar que los datos cumplen con estas condiciones, es decir, podemos ver que todas las variables tienen un valor de Asimetría menor que 2 y los valores de Curtosis son menores que 7. Los datos son distribuidos con una normalidad univariada.

Tabla 3

Estadística descriptiva de las variables observadas de efectividad

	N	Media	Desv. típ.	Asimetría		Curtosis	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error típico	Estadístico	Error típico
A1	27	3,59	,844	-,314	,448	-,283	,872
A2	27	3,59	,844	-,314	,448	-,283	,872
A3	27	3,70	1,068	-,579	,448	-,839	,872
A4	27	4,19	,736	-,938	,448	1,703	,872
B1	27	4,52	,580	-,716	,448	-,413	,872
B2	27	4,26	,859	-,943	,448	,186	,872
B3	27	4,19	,786	-,863	,448	,822	,872
B4	26	3,31	1,011	-,434	,456	-,376	,887
B5	27	3,81	1,039	-,268	,448	-1,142	,872
B6	25	2,88	1,166	,080	,464	-,767	,902
B7	25	3,12	,971	-,257	,464	-,556	,902
B8	27	3,74	,903	-,455	,448	-,315	,872
B9	27	4,30	,669	-,422	,448	-,650	,872
B10	25	4,08	,909	-,890	,464	,342	,902
B11	26	3,69	,679	-,358	,456	,430	,887
C1	27	4,48	,580	-,562	,448	-,604	,872
C2	27	3,85	,770	,267	,448	-1,214	,872
C3	27	3,70	,724	-,129	,448	,008	,872
C4	27	4,11	,934	-,541	,448	-,955	,872
D1	27	4,04	,649	-,033	,448	-,397	,872
D2	27	3,81	,736	-,314	,448	,233	,872
D3	27	3,81	,786	-,162	,448	-,305	,872
D4	27	4,37	,688	-,643	,448	-,600	,872
D5	27	4,22	,641	-,222	,448	-,494	,872
Ef1	27	3,52	,975	,078	,448	-,891	,872
Ef2	27	2,81	,879	1,122	,448	1,043	,872
Ef3	27	3,04	,898	-,076	,448	-,023	,872
Ef4	26	3,00	1,020	,245	,456	-,481	,887
N válido (según lista)	23						

Fuente: Investigación de campo.

Otro aspecto del estudio confirmatorio es constatar si existe evidencia estadística de relaciones monótonas entre las variables observables. Para este análisis, calculamos, con el uso del "software" SPSS versión 21, los coeficientes de correlación Rho de Spearman, a niveles de significancia de 0.05 y de 0.01; la matriz de correlaciones de las variables observadas la registramos en el apéndice AP.C-1. Esta matriz de relaciones de correlación de los datos observados, a un nivel de significancia de 0.05 alcanza valores de probabilidad por encima de 0.6. En este sentido, podemos comprobar que existe una estructura moderada de correlación entre las variables observadas. Concretamente, podemos apreciar cómo las correlaciones más altas se encuentran entre las variables observadas del segundo grupo, así, A1 y A4, B1 y B4, B2 y B6, B4 y B5, B4 y B6, B4 y B7, B5 y B6.

Esto demuestra la existencia de una estructura de correlación compleja entre las variables observadas, lo cual a su vez hace que sea pertinente pensar en el diseño de un modelo de ecuaciones estructurales -SEM. De acuerdo con el modelo de efectividad propuesto en la figura 10, hemos considerado 4 constructos o variables latentes en este conjunto de datos, que son los correspondientes a las variables observadas de los grupos: segundo, tercero, cuarto y quinto, el primer grupo de variables observadas serán tomadas en el modelo como variables exógenas sin considerar su constructo o variable latente.

7.1.2 Programación de la modelación con estructuras de covarianzas

Las principales características de la modelación con ecuaciones estructurales, a partir de la estructura de un modelo basado en la teoría, como es nuestro caso, consiste en el desarrollo de seis actividades (o etapas, tal como lo indicamos en líneas anteriores) para el análisis causal. Estas actividades las llevamos a cabo a partir del análisis de estructuras de covarianzas que será resuelto con el comando SEM del *software* STATA (*Data Analysis and Statistical Software*) versión 12.

a) Especificación del modelo

El modelo que planteamos pretende comprender la efectividad de la red de innovación tecnológica a partir de un conjunto de factores determinantes.

Las variables latentes (constructos) consideradas en el modelo de partida (propuesto en la figura 10) comprenden un conjunto de variables observadas correspondientes, de acuerdo con el siguiente detalle; así: para el constructo referente a la Estructura de relacionamientos -**EST** corresponde el conjunto de variables del segundo grupo; para el constructo Integración y gobernanza -**INT** corresponde el cuarto grupo de variables; para el constructo que hace referencia al Contexto de Cooperación -**CDC** corresponde el tercer grupo y, finalmente, la variable latente Efectividad de la red sociotécnica -**EFE** tiene como variables observadas las correspondientes al quinto grupo.

En el subcapítulo 5.2.4, literal a), explicamos la forma como se formularon los constructos (variables latentes), las variables correspondientes en cada uno de ellos y el esquema de relaciones entre los mismos. Es así que, los constructos se conformaron a partir de 28 variables observadas que entran a formar parte de la modelización inicial. Todas las relaciones existentes, expresadas a través de ecuaciones estructurales las explicamos más adelante.

De acuerdo con la descripción de los grupos de variables, descritos en el subcapítulo anterior, a continuación las presentamos de la siguiente manera, adicionando las correspondientes variables latentes (constructos): Estructura de relacionamientos (EST), Integración y Gobernanza (INT), Contexto de Cooperación (CDC) y Efectividad de la red sociotécnica (EFE).

Variables observables:

Primer Grupo	(A1, A2, A3, A4) -Variables exógenas
Segundo Grupo	(B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11) -Variables exógenas
Tercer Grupo	(C1, C2, C3, C4) -Variables exógenas
Cuarto Grupo	(D1, D2, D3, D4, D5) -Variables exógenas
Quinto Grupo	(EF1, EF2, EF3, EF4) -Variables endógenas

Variables latentes:

EST -Estructura de relacionamientos

INT -Integración y gobernanza

CDC -Contexto de Cooperación

EFE -Efectividad de la red sociotécnica

Una vez identificadas las variables del modelo, podemos expresarlo en términos de las ecuaciones que especifican las relaciones entre las variables latentes (factoriales), ya sean endógenas (dependientes) o exógenas (independientes) y entre las variables manifiestas (observables).

Tabla 4

Ecuaciones del modelo de medida para variables observables

Segundo grupo	Tercer grupo
$B1 = \alpha_1 + \lambda_1 EST + \delta_1$ $B2 = \alpha_2 + \lambda_2 EST + \delta_2$ $B3 = \alpha_3 + \lambda_3 EST + \delta_3$ $B4 = \alpha_4 + \lambda_4 EST + \delta_4$ $B5 = \alpha_5 + \lambda_5 EST + \delta_5$ $B6 = \alpha_6 + \lambda_6 EST + \delta_6$ $B7 = \alpha_7 + \lambda_7 EST + \delta_7$ $B8 = \alpha_8 + \lambda_8 EST + \delta_8$ $B9 = \alpha_9 + \lambda_9 EST + \delta_9$ $B10 = \alpha_{10} + \lambda_{10} EST + \delta_{10}$ $B11 = \alpha_{11} + \lambda_{11} EST + \delta_{11}$	$C1 = \alpha_{12} + \lambda_{12} CDC + \delta_{12}$ $C2 = \alpha_{13} + \lambda_{13} CDC + \delta_{13}$ $C3 = \alpha_{14} + \lambda_{14} CDC + \delta_{14}$ $C4 = \alpha_{15} + \lambda_{15} CDC + \delta_{15}$
Cuarto grupo	Quinto grupo
$D1 = \alpha_{16} + \lambda_{16} INT + \delta_{16}$ $D2 = \alpha_{17} + \lambda_{17} INT + \delta_{17}$ $D3 = \alpha_{18} + \lambda_{18} INT + \delta_{18}$ $D4 = \alpha_{19} + \lambda_{19} INT + \delta_{19}$	$EF1 = \alpha_{21} + \lambda_{21} EFE + \varepsilon_1$ $EF2 = \alpha_{22} + \lambda_{22} EFE + \varepsilon_2$ $EF3 = \alpha_{23} + \lambda_{23} EFE + \varepsilon_3$

$D5 = \alpha_{20}+\lambda_{20}INT + \delta_{20}$	$EF4 = \alpha_{24}+ \lambda_{24}EFE + \varepsilon_4$

Fuente: Resultados de la modelización SEM-STATA.

De esta manera, el comando SEM del software STATA 12 reproduciría las ecuaciones del modelo teórico, de partida (representado en la figura 10), de acuerdo con el detalle de los grupos de variables manifiestas y latentes, detalladas previamente, en las cuales se incluyen las constantes, las cargas factoriales, los coeficientes de regresión y los errores de predicción, según corresponda a ecuaciones de medida o de estructura (Lévy 2005, 780).

Así, para el conjunto de las variables observables (exógenas y endógenas), en función de sus respectivos constructos (Grupos segundo, tercero, cuarto y quinto), las ecuaciones lineales corresponden al modelo de medida y se presentan en la tabla 4.

Es así que, para el modelo de medida, los parámetros empleados en las ecuaciones se describen de la siguiente manera:

Constante de regresión lineal, $\boldsymbol{\alpha_i}$;

Carga factorial, $\boldsymbol{\lambda_i}$,

Errores de medida de la regresión, $\boldsymbol{\delta_i}$ y $\boldsymbol{\varepsilon_i}$

Tabla 5

Ecuaciones del modelo estructural

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
$EFE = \rho_1+ \gamma_1A1+\zeta_1$ $EFE = \rho_2+\gamma_2A2+\zeta_2$ $EFE = \rho_3+\gamma_3A3+\zeta_3$ $EFE = \rho_4+\gamma_4A4+\zeta_4$	$EST = \rho_5+\gamma_5A1+\zeta_5$ $EST = \rho_6+\gamma_6A2+\zeta_6$ $EST = \rho_7+\gamma_7A3+\zeta_7$ $EST = \rho_8+\gamma_8A4+\zeta_8$	$EFE = \rho_9+\gamma_9EST+\zeta_9$ $EFE = \rho_{10}+\gamma_{10}INT+\zeta_{10}$ $EFE = \rho_{11}+\gamma_{11}CDC+\zeta_{11}$

Fuente: Resultados de la modelización SEM-STATA.

Para el conjunto de relaciones de las variables del Primer grupo Ai (Exógenas) con respecto a los constructos de EFE y EST; así como las relaciones entre las variables latentes EFE (dependiente) y las variables latentes independientes, EST, INT y CDC, las ecuaciones lineales corresponden al modelo estructural y se expresan en la tabla 5.

Para el modelo estructural, los parámetros empleados en las ecuaciones lineales estructurales se describen de la siguiente manera:

Constante de regresión, $\boldsymbol{\rho_I}$

Coeficiente de regresión, $\boldsymbol{\gamma_i}$

Errores de predicción, $\boldsymbol{\zeta_i}$

De esta manera, hemos completado la especificación del modelo teórico de base para el estudio confirmatorio, de acuerdo con el grupo de ecuaciones de medida y estructurales, recogidas en las tablas 4 y 5; los resultados que arroje el programa SEM-STATA, se constituyen en el modelo de base de la presente modelación estadística. En la etapa siguiente, el modelo se somete a los procesos de identificación y re-especificación, según el caso.

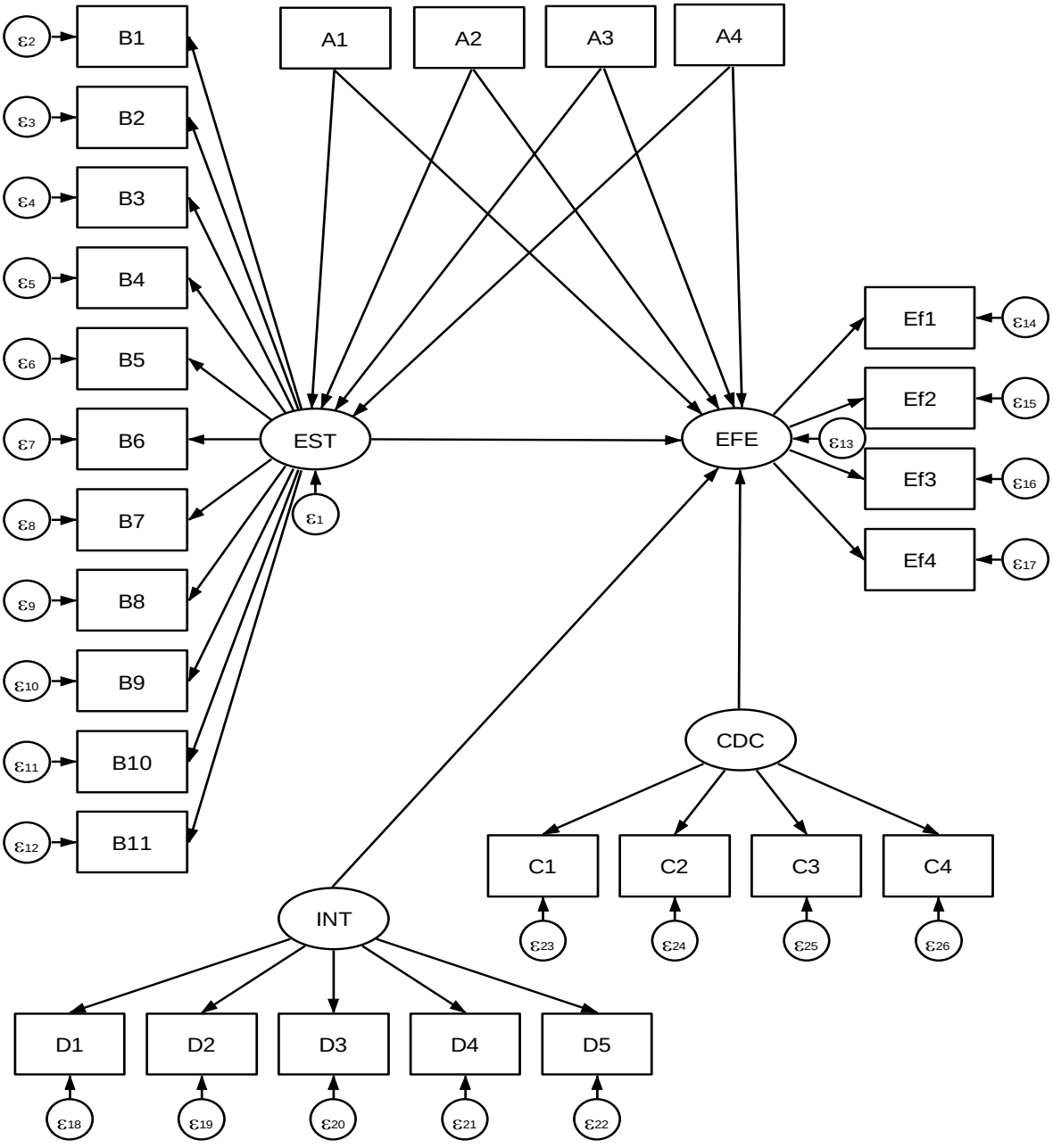
b) Identificación del modelo global de partida

Mediante el programa STATA ingresamos en el menú SEM Builder el modelo de base que a continuación indicamos, en la figura 11.

La ventana de resultados del programa SEM-STATA, de este modelo base, se puede observar en el apéndice AP.C-2. De acuerdo con los resultados de la modelación (de medida y estructural), el modelo base no resulta identificado (es decir, no converge), con lo cual no se produce la asignación automática de los valores únicos (ponderaciones) para cada uno de los parámetros; por tanto, se requiere respecificar, es decir, simplificar el modelo.

Figura 11

Identificación del modelo base de efectividad



Fuente: SEM-STATA: esquema de relaciones del modelio básico de efectividad.

Ante esta situación, en la etapa siguiente que comprende dos momentos de la modelización, la estimación de parámetros de medición y la evaluación del ajuste de medidas, procederemos a identificar, esto es, re-especificar el modelo de partida.

c) Estimación de parámetros y evaluación de ajuste de medidas para submodelos

En esta etapa se especifica la forma en que se van a presentar los datos que deben analizarse dentro de la modelización, primeramente, a nivel de submodelos, en que presentamos las mediciones de los parámetros y asociar los constructos que se manifiestan en una relación de causa-efecto respecto del constructo Efectividad.

Así, como un primer submodelo tenemos aquel que establece una relación causal entre las variables latentes EST (Estructura de relacionamientos) y EFE (Efectividad), expresado en la figura 12 (apéndice AP.C-3). Como podemos ver en el diagrama, este primer submodelo converge lo que significa que existe un valor único para cada uno de los parámetros. Sin embargo, el índice de ajuste Chi-cuadrado arroja una probabilidad de 0.000, inferior a 0.05, lo cual significa que este primer submodelo no es significativo.

No obstante, los valores de las cargas factoriales obtenidos nos sirven para la eliminación de variables observadas en aquellos casos que sus valores sean pequeños, pues los mismos indicarían que existe poca correlación entre la variable observada y la variable latente. La eliminación de variables, permitirá respecificar (simplificar) nuestro modelo global. Según estos resultados, las variables observadas que recomendamos suprimir del modelo, son: B1, B3, B7, B9, B10, B11; empero, de acuerdo con la teoría y el criterio del investigador, el modelo original puede replantearse en función de la importancia que tienen las variables que el sistema de modelización sugiere eliminar.

El segundo submodelo es aquel que establece una relación causal entre las variables latentes INT (Integración y gobernanza) y EFE (Efectividad). El diagrama de la figura 13 (apéndice AP.C-4) indica que el segundo submodelo también converge, lo cual significa que existe un valor único para cada uno de los parámetros; además, el índice de ajuste Chi-cuadrado arroja una probabilidad de 0.1498 superior a 0.05 lo que resulta que este segundo submodelo es significativo.

Un tercer submodelo es aquel que establece una relación causal entre las variables latentes CDC (Contexto de Cooperación) y EFE (Efectividad). El diagrama indica que el tercer submodelo también converge, lo que significa que existe un valor único para cada uno de los parámetros (los cuales se presentan en el diagrama de la figura 14, apéndice AP.C- 5). Además el índice de ajuste Chi-cuadrado arroja una probabilidad de 0.0744 superior a 0.05 lo que resulta que este tercer submodelo también es significativo.

Sin embargo, acotamos que el coeficiente de regresión (con valor de 0.16) con respecto a la variable latente EFE, en este tercer submodelo, es menor en relación con los otros coeficientes de los submodelos "uno" y "dos", con valores de coeficiente de regresión iguales a 0.69 y 0.89, respectivamente. Luego, veremos que este menor valor nos lleva a suprimir el constructo CDC del modelo global, con lo cual logramos simplificarlo y, a la vez, mejoramos el nivel de significancia dentro del estudio confirmatorio.

d) Estimación de parámetros y evaluación de ajuste para modelos globales

En esta parte con ayuda de los submodelos identificados vamos a proceder a diseñar un modelo global que converja, para esto consideraremos como criterio fundamental la disminución de un menor número posible de variables observadas que identificamos con posibilidad de eliminarse; solamente, en el caso que el modelo global no converja se procedería a suprimir las variables observadas de menor peso, a su vez si se considera la no contradicción con la teoría que comporta el modelo global de base.

Por tanto, después de realizar una serie de ensayos con la ayuda del programa STATA identificamos los siguientes cuatro modelos, que convergen:

1d. Identificación del Modelo global 1

Cabe señalar que para el diseño de este modelo fue necesario suprimir las variables observadas D3, D5 y todas las pertenecientes a la variable latente CDC (Contexto de Cooperación), la cual, de acuerdo con los resultados del tercer

submodelo presenta baja incidencia sobre la Efectividad de la Red, estas son: C1, C2, C3 y C4.

Ahora bien, con esta primera supresión de variables observadas hemos logrado la convergencia, lo cual significa que existe un valor único para cada uno de los parámetros (los cuales se presentan en el diagrama de la figura 15, apéndice AP.C-6). Sin embargo, en este modelo el índice de ajuste Chi-cuadrado arroja una probabilidad de 0.000 inferior a 0.05, lo que resulta que aunque converge, el mismo no es significativo.

A partir de este primer modelo global, consideramos la posibilidad de suprimir variables observadas, es decir, simplificar el modelo con el fin de mejorar su nivel de significación para el estudio.

2d. Identificación del Modelo global 2

Para el diseño del segundo modelo global, procedimos a suprimir las siguientes variables observadas, tomando en cuenta que sus coeficientes de regresión y cargas factoriales presentan los menores valores en relación con el resto de variables observadas: A1, A2, B1, B8, B9, B10, B11 y D2, obteniéndose el siguiente modelo:

Este nuevo modelo global más simplificado que el anterior converge, lo cual significa que existe un valor único para cada uno de los parámetros (los cuales se presentan en el diagrama de la figura 16, apéndice AP.C- 7). Sin embargo, en este nuevo modelo el índice de ajuste Chi-cuadrado arroja una probabilidad de 0.0093 inferior a 0.05, lo que resulta que aunque converge, el mismo no es significativo. Ahora bien, la modelización con ecuaciones estructurales nos ofrece la posibilidad de respecificar el modelo, simplificándolo, hasta obtener un mejor nivel de significancia para el estudio confirmatorio.

3d. Identificación del Modelo global 3

La solución estandarizada que se tiene en el diagrama de la figura 17 (apéndice AP.C-8) se puede presentar en la forma de ecuaciones lineales, según la tabla 6.

Tabla 6

Ecuaciones lineales del Modelo global 3

Modelo con Ecuaciones de Medida	Modelo con Ecuaciones de Estructura
B2 = 4.1+0.8EST + 0.36	
B4 = 2.5+0.71EST + 0.49	EFE = 1+0.44A2+0.35
B5 = 2.8+ 0.73EST + 0.46	EFE = 1+-0.34A3+0.35
B6 = 1.4+0.91EST + 0.17	EST = 4.3+0.32A2+0.9
D1 = 6.3+0.38INT + 0.85	EST = 3.5+-0.046A3+0.9
D4 = 6.5+0.81INT + 0.33	EFE = 1+0.54EST+0.35
EF1 = 3+0.5EFE + 0.75	EFE = 1+0.17INT+0.35
EF2 = 2.4+ 0.61EFE + 0.63	
EF3 = 2.8+0.48EFE + 0.77	
EF4 = 1.9+ 0.82EFE + 0.32	

Fuente: Resultados de la modelización SEM-STATA.

Con el objetivo de tener un modelo que sea significativo, procedemos a suprimir las siguientes variables observadas tomando en cuenta los valores menos significativos de sus cargas factoriales. En este caso, suprimimos del nuevo modelo las variables observadas: B3 y B7. De esta manera, representamos el Modelo global 3 en el diagrama de la figura 17.

Este nuevo modelo global más simplificado que el anterior converge, lo cual significa que existe un valor único para cada uno de los parámetros (los cuales se presentan en la figura 17, apéndice AP.C-8). En este nuevo modelo el índice de ajuste Chi-cuadrado arroja una probabilidad de 0.5593 superior a 0.05 lo que resulta

que el mismo es significativo. Con esta tercera eliminación de variables observadas hemos logrado obtener un modelo que converge y a su vez es significativo.

3.1d) Interpretación del modelo significativo: Modelo global 3

Este modelo se encuentra conformado por tres constructos. Es así que, el constructo EST (Estructura de relacionamientos de la red) se encuentra conformado por las variables: B2, B4, B5 y B6, las cuales soportan elevadas cargas factoriales, lo cual significa que, cada una de ellas explica suficientemente el respectivo constructo. En ese sentido, el promedio de la carga factorial para ese constructo alcanza un valor promedio de 0.78.

El constructo INT (Integración y gobernanza de la red), se encuentra conformado por dos variables: D4 que soporta una carga factorial importante, de 0.81, mientras que la variable D1 muestra una débil carga factorial ya que esta se halla por debajo de 0.5. En relación con el constructo EFE (Efectividad de la red sociotécnica), las variables que lo componen, EF2 y EF3 comportan cargas factoriales por encima de 0.5; en menor grado, la variable EF1 comporta una carga factorial de 0.5, mientras que muy cercano a este valor, la variable EF3 comporta una carga de 0.48.

En lo que atañe a las relaciones entre las variables latentes: EST (Estructura) e INT (Integración) con respecto a EFE (Efectividad de la Red) podemos tomar en cuenta los coeficientes de regresión de las dos últimas ecuaciones de estructura, en la cual se confirma la relación de ambas variables, EST e INT, respecto del constructo EFE., de donde podemos ver que en ambos casos existe relación; sus coeficientes son 0.54 y 0.17 respectivamente.

Lo que puede concluirse del modelo es que se confirma una relación entre la Dinámica de relacionamientos, representados por las variables latentes EST e INT y la Efectividad de la Red, representada por la variable latente EFE.

En cuanto a las variables exógenas A2 y A3, y su nivel de incidencia (de acuerdo con las respuestas de los informantes), acotamos lo siguiente: la variable A2 incide de manera directa sobre el constructo EST, con un coeficiente de regresión por

debajo de 0.5, al igual que sobre el constructo EFE; por el contrario, de manera inversa, la variable A3 incide sobre los constructos EST y EFE, con valores de -0.04 y -0.34, respectivamente.

4d. Identificación del Modelo global 4

En este nuevo modelo global, si se considera la teoría y el juicio de la investigadora, resolvimos la inclusión de las siguientes variables observadas: B3 y B7; adicionalmente, resolvimos la supresión de la variable EF3, si se tiene en cuenta que la carga factorial, respecto del constructo EFE, que lo comporta, es inferior al del resto de variables observadas en este constructo.

Tabla 7

Ecuaciones lineales del Modelo global 4

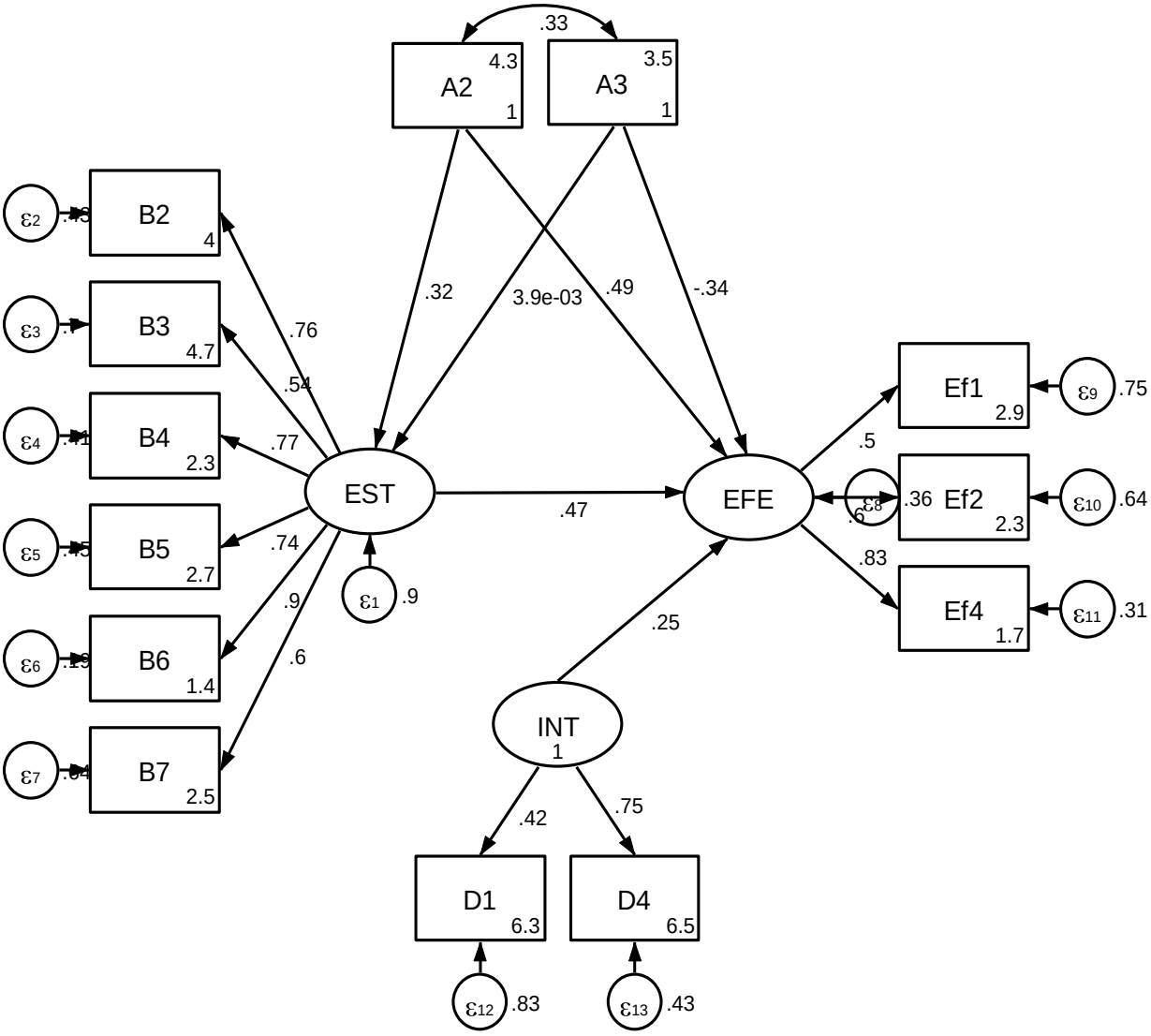
Modelo con Ecuaciones de Medida	Modelo con Ecuaciones de Estructura
B2 = 4+0.76EST + 0.42	
B3 = 4.7+0.54EST + 0.70	EFE = 1+0.49A2+0.36
B4 = 2.3+0.77EST + 0.41	EFE = 1+-0.34A3+0.36
B5 = 2.7+ 0.74EST + 0.45	EST = 4.3+0.32A2+0.9
B6 = 1.4+0.9EST + 0.19	EST = 3.5+-0.0039A3+0.9
B7 = 2.5+0.6EST + 0.64	EFE = 0.47EST+0.36
D1 = 6.3+0.42INT + 0.83	EFE = 1+0.25INT+0.36
D4 = 6.5+0.751INT + 0.43	
EF1 = 3+0.5EFE + 0.75	
EF2 = 2.3+ 0.6EFE + 0.64	
EF4 = 1.7+ 0.83EFE + 0.31	

Fuente: Resultados de la modelización SEM-STATA.

La solución estandarizada de coeficientes de regresión para cada relación que se representa en el modelo global 4, reflejada en la figura 18, se puede presentar en la forma de ecuaciones lineales, según la tabla 7.

Figura 18

Identificación de Modelo global 4 - Nivel de significancia = 0.1373



Fuente: Resultados de la modelización SEM-STATA.

Como resultado de la modelización, representado en el diagrama de la figura 18, el nuevo modelo global converge, lo cual significa que existe un valor único para cada uno de los parámetros (los cuales se presentan en el apéndice AP.C-9). En este

nuevo modelo el índice de ajuste Chi-cuadrado arroja una probabilidad de 0.1373 superior a 0.05 lo que resulta que el mismo es significativo. Con esta nueva consideración de variables observadas hemos logrado obtener un modelo que converge y a su vez es significativo.

7.2 Verificación de las hipótesis del estudio

En el cuadro 14 presentamos la verificación de las hipótesis a partir del análisis de estructuras de covarianzas, en función de los valores únicos de los parámetros calculados en el Modelo global 4. Este modelo se ha seleccionado, en razón que, a juicio de la investigadora (y considerando la importancia de la dinámica de relacionamientos en una red de innovación), presenta la mayor cantidad de factores que explican las relaciones causales sobre la efectividad de la red sociotécnica, objeto de estudio de esta tesis.

La verificación de las hipótesis, en todos los casos, se basó en los resultados de los coeficientes de las ecuaciones de medida y estructurales; para el caso de valores que, de manera visual se aprecian en el diagrama de la figura 18, nos referimos a las relaciones de causalidad expresadas en las ecuaciones lineales de la tabla 7. En este sentido, debemos señalar que el submodelo 3, significativo para la modelación del estudio, confirma la relación causal de la variable latente CDC (Contexto de Cooperación) respecto del constructo EFE (Efectividad de la red sociotécnica), con un valor del coeficiente de regresión de 0.16, registrado en el diagrama de la figura 14. Por razones de simplificación del modelo global, la variable CDC no consta en el modelo global 4, correspondiente; sin embargo, cabe anotar que su incidencia, aunque débil, sobre la efectividad de la red de innovación tecnológica, queda reflejada en las relaciones de las variables que soportan el constructo y en las ecuaciones lineales estructurales, las cuales se muestran en la tabla 4 y en el cuadro 14, respectivamente.

De esta manera, el modelo de efectividad de la red de innovación tecnológica que propusimos en la tesis, ahora simplificado y validado estadísticamente, en una relación de causa efecto, consigue explicar la efectividad de la red sociotécnica, en términos de la estructura de relacionamientos, en términos de la integración de las

relaciones reticulares dentro de un sistema formal (que en nuestro caso lo constituye el sistema SNCTeI de Colombia) y en base a los intercambios que generan las relaciones interpersonales. Recalcamos que, los esfuerzos de interacción para la cooperación en el contexto actual muestra una débil incidencia en los resultados de la red a nivel total; por último, los resultados a nivel de red entera podrían estar influenciados por los objetos que median las acciones sociales innovativas, mientras que las posibilidades de atribuciones distintas de las diseñadas en los artefactos presenta una incidencia negativa sobre los resultados de la red a nivel total.

Cuadro 14

Verificación de las hipótesis de la investigación a partir de ecuaciones estructurales

Hipótesis del estudio empírico	Variables que soportan el constructo	Ecuaciones lineales estructurales
H1a: La construcción de relaciones, la diversidad de los vínculos y la intensidad de las interacciones tanto a nivel formal como informal, que propician el aprendizaje interactivo y la producción de conocimiento tecnológico, influyen positiva-mente en la efectividad a nivel de la red total.	B2 = 4+0.76EST + 0.42 B3 = 4.7+0.54EST + 0.70 B4 = 2.3+0.77EST + 0.41 B5 = 2.7+ 0.74EST + 0.45 B6 = 1.4+0.9EST + 0.19 B7 = 2.5+0.6EST + 0.64	EFE = 0.47EST+0.36
H1b: Cierto nivel de coordinación y control colectivo basado en la confianza, el compromiso y las normas compartidas dentro del grupo de investigación aumentan la efectividad de la red total.	D1 = 6.3+0.42INT + 0.83 D4 = 6.5+0.751INT + 0.43	EFE = 1+0.25INT+0.36
H2: Los esfuerzos de interacción del grupo de investigación con actores interorganizacionales del entorno en la consecución de la cooperación unilateral y bilateral tienen efectos positivos en la efectividad de la red para la generación de innovación tecnológica.	C1 = 7.8+0.616CDC + 0.63 C2 = 5.2+0.94CDC + 0.12 C3 = 5.1+0.39CDC + 0.85 C4 = 4.4+ 0.13CDC + 0.98	EFE = 1+0.16CDC+0.36
H3a: La apertura del grupo de investigación para incorporar	VARIABLE INDEPENDIENTE	EST = 4.3+0.32A2+0.9

aspectos sociales en el diseño y construcción del conocimiento y de los artefactos tecnológicos influye positivamente en la efectividad de la red		EFE = 1+0.49A2+0.36
H3b: La apertura del grupo de investigación hacia los variados significados sobre los artefactos tecnológicos por parte de la sociedad influye positivamente en la efectividad de la red	*VARIABLE INDEPENDIENTE*	EST = 3.5+-0.0039A3+0.9 EFE = 1+-0.34A3+0.36

Fuente: Elaboración a partir de resultados de modelización SEM-STATA

Cabe resaltar, que aunque la variable que refiere las capacidades innovativas (Ef3) tuvo que suprimirse del modelo global 4, podemos concluir que las capacidades innovativas de los grupos de investigación académicos, en cuanto a la gestión del conocimiento tecnológico generado en la red, que implica la gestión de registros de propiedad intelectual, prototipos industriales y otros desarrollos de planta, inciden de manera importante en la efectividad de la red, en su conjunto, ya que las cargas factoriales que presenta esta variable en todos y cada uno de los modelos significativos del estudio SEM registra una carga factorial superior a 0.7. Así, en el submodelo 2 es de 0.84; en el submodelo 3 es de 0.76 y en el modelo global 3, es de 0.77.

Capítulo Ocho

Consideraciones finales

En esta tesis nos propusimos indagar acerca de los procesos de generación de conocimiento tecnológico e innovación desde el campo de las relaciones interorganizacionales, en que estas relaciones constituyen la génesis de la conformación de redes sociotécnicas. Para ello, a lo largo de la investigación nos planteamos la consecución de cuatro objetivos fundamentales, a través de los cuales perseguimos identificar un conjunto de factores, desde lo técnico y desde lo social, en el marco de tres enfoques, aparentemente disímiles, por lo cual este trabajo investigativo, a la vez, constituyó un desafío a lo largo de la construcción de un modelo de efectividad de la red de innovación tecnológica que lograra reflejar una visión compartida, desde el ámbito académico, empresarial y político-estatal.

Cumpliendo con el primer objetivo específico en que se pretendió desarrollar un marco teórico bajo enfoques tradicionales y contemporáneos en el campo de las relaciones interorganizacionales, en los capítulos Dos, Tres y Cuatro enfatizamos sobre los conceptos referidos a la noción de red y de redes interorganizacionales, la noción de efectividad y los postulados y enfoques del constructivismo social en tecnología.

El principal desafío, en esta primera parte de la tesis, consistió en posicionar la perspectiva constructivista social en tecnología, como práctica en el análisis de la efectividad de la red sociotécnica de innovación tecnológica. Esto significó atreverse a romper con las limitaciones de los enfoques que tratan el concepto de efectividad desde un plano eminentemente técnico y económico, aquellos que tratan el concepto de red desde lo social o desde lo informacional y aquellos enfoques que tratan la problemática de la innovación y el cambio tecnológico, únicamente, desde la ciencia, la economía y la producción industrial. En el marco de estas reflexiones teóricas, establecimos siete proposiciones de investigación que, en definitiva, se constituyeron

en las hipótesis preliminares del estudio acerca de la diversidad de factores que influyen en la dinámica de relacionamientos sociales y técnicos en los procesos de innovación tecnológica.

El segundo objetivo específico, que buscó la conformación de un esquema de categorizaciones para el análisis de la efectividad de la red interorganizacional, fue cumplimentado a lo largo del capítulo Cinco en que, con base en las proposiciones teóricas formuladas en los capítulos anteriores y desde el análisis de la investigación exploratoria, fue posible la formulación de un esquema general de modelo teórico de efectividad de la red de innovación tecnológica y la definición de las variables e indicadores o factores que conformaron la propuesta de modelo práctico de relaciones causales de la efectividad de la red interorganizacional, lo cual constituye nuestro tercer objetivo específico de investigación.

Consecuentemente, el marco metodológico empírico para la admisión del modelo de efectividad propuesto nos llevó a sustentar la utilización del método de estudio de casos, el cual ha mostrado sus bondades y pertinencia en el campo de la producción y gestión de conocimiento tecnológico, en que a su vez los aspectos de la construcción de la validez y confiabilidad del método fueron fortalecidos, no solamente por la aplicación continuada de las fases del estudio de casos, el tipo de información recopilada y el análisis cualitativo (discusión de la evidencia de los casos con los planteamientos teóricos, desarrollada en el capítulo Seis), sino a través del ejercicio de confirmación del conjunto de medidas operacionales del modelo de efectividad, probando cuatro modelos de ecuaciones estructurales que presentaron índices de significancia, luego de lo cual llegamos a la verificación de las hipótesis del estudio empírico (aspectos desarrollados dentro del capítulo Siete); con ello, dimos cumplimiento al último y cuarto objetivo específico de la presente investigación.

Así, en relación con el objetivo general de la tesis en el que nos planteamos estructurar un modelo conceptual de efectividad de la red de innovación tecnológica a partir de la determinación de un conjunto de factores sociales y naturales o técnicos, en el presente capítulo nos concentramos en presentar las conclusiones más relevantes recogidas desde la teoría y desde la evidencia empírica sobre aquellos

factores claves, a través de los cuales buscamos explicar la configuración y la dinámica de los relacionamientos sociotécnicos en los procesos de innovación tecnológica.

En este sentido, para la presentación de los factores determinantes de la efectividad de la red, en primer lugar sintetizamos los principales aspectos teóricos y metodológicos desarrollados en el estudio y, posteriormente, presentamos las reflexiones a las que arribamos en torno a las propuestas que nuestro trabajo ha realizado para aportar a la literatura existente sobre la efectividad de la red entera en el campo de la innovación tecnológica; asimismo, ponemos de manifiesto las limitaciones y los futuros ámbitos de investigación.

8.1 Consideraciones del estudio en lo teórico y metodológico

Desde el plano teórico, uno de los desafíos que abordamos fue introducir la noción de red en el ámbito interorganizacional. Ello implicó solapar el concepto de red desde el plano informacional, que equivale a rapidez, contacto inmediato, con o sin intermediarios, sobre la noción de red más general, que habla de conjunto de nodos y de vínculos que representan una relación o la ausencia de esta. De igual forma, traslapamos esta visión más genérica en aquella noción de red que refiere la asociación de "nodo" a la representación de "actor" (individuos, unidades, órganos u organizaciones), en que esas relaciones devienen en una estructura: vínculos, asociaciones y alianzas o acuerdos de cooperación, vistas desde la organización individual y desde grupos de organizaciones.

Cuando se habla de sistema, en el ámbito de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, se está haciendo referencia al Sistema Nacional de Innovación. Este concepto, visto como una red interorganizacional, se constituyó en otro desafío para la investigación, en razón que involucra, no solamente la noción de sistema, sino que la red misma es vista como un tipo de gobernanza. Como enfatiza Cooke (2003), emplear el enfoque de sistema, como herramienta de análisis de los sistemas de innovación, no implica suponer que estos consisten de los mismos elementos o actores que realizan las mismas funciones y que tienen límites bien

definidos, sino que, por el contrario, el análisis debe basarse en un enfoque de *sistema abierto* a la interpretación flexible.

Desde el enfoque de sistema, el Sistema Nacional de Innovación (SNI) planteó para la tesis dos discusiones, sobre su definición como teoría o concepto y sobre la definición de innovación como un proceso intrínsecamente social. Sin embargo, en nuestra investigación no fue un desvelo indagar o plantear una discusión agotadora sobre, si el SNI constituye una teoría o, simplemente, un enfoque o marco conceptual sobre los determinantes del proceso de innovación y su impacto en el desarrollo y en el crecimiento económico; para interés de esta tesis, este concepto se tomó, como lo sugiere Lundvall (2007), en el sentido de su carácter flexible y pragmático para realizar análisis sobre el entorno de innovación y la generación de conocimiento y aprendizaje interactivo dentro de una comunidad o nación. La tesis que se sostiene es que la innovación, que soporta conocimiento y aprendizaje, ocurre en ámbitos sistémicos; por tanto, una relación diádica universidad-empresa, aislada de un sistema de innovación institucional o estatal, no garantiza que se logre generar innovación con ocasión de un producto de investigación, si se tienen en cuenta todas las demás circunstancias que deben darse para llegar a la innovación.

Luego, la discusión giró en torno al concepto de innovación y su sentido de lo económico, lo técnico y lo social. En el sentido de las dimensiones técnico y económica, autores como Freeman (1988) y Edquist (2001) sugieren una definición de la innovación en términos de su novedad radical o incremental; pero, como lo señala Lundvall (1992), en términos técnicos, algunas innovaciones incrementales pueden tener un impacto sustancial en la economía de un país e, inversamente, algunas innovaciones radicales en términos técnicos pueden generar una débil o limitada afectación de la economía.

Desde una visión ampliada, la innovación, de hecho, es considerada como un continuo de procesos acumulativos que comprende no solo la innovación de tipo radical e incremental, sino también los aspectos de la *invención* (creación de alguna idea científica, teoría o concepto que pueden conducir a la innovación cuando se aplica a un proceso de producción), la *difusión* o *absorción*, es decir, las actividades de transferencia del conocimiento abstraído de una innovación existente a un

contexto nuevo, ventilando de esta manera los procesos de aprendizaje y el éxito o fracaso de la innovación, en cuanto al uso y apropiación de los resultados innovativos por parte de la sociedad en su conjunto.

Desde estas consideraciones, encontramos diversas posiciones y puntos de vista acerca de los resultados en materia de innovación; hay muchos imaginarios y representaciones sobre lo que es la innovación, desde los aspectos antes mencionados. En cualquier caso, la innovación se concibe como un proceso conformado por varias etapas, desde su concepción. Sin embargo, el elemento de novedad (en un proceso de transformación o en un producto) casi que la define como tal, al margen de la evaluación de sus impactos; en este sentido, la innovación está muy ligada, y frecuentemente asociada, a los procesos de patentamiento. La interrogante aflora en el sentido que, "patente no es sinónimo de innovación" y, al contrario, "innovación no es sinónimo de patente"; es que, hay muchas innovaciones que no necesitan ser protegidas por una patente.

Desde la perspectiva del constructivismo social en tecnología, se contempla el movimiento de una innovación a través del tiempo y el espacio, en que la innovación misma se ve afectada por las diferencias en los propios fines de los actores y mediadores involucrados; es decir, la interacción, los procesos de traducción o construcción de relaciones entre los actores humanos y los objetos, en un contexto determinado, en vez de dar paso a un proceso de transmisión, da lugar a un proceso de transformación continua en que los actores reaccionan frente a la innovación de diferentes maneras, aceptándola, modificándola, desviándola, apropiándola o dejándola caer, según sus propios fines. Bijker y Pinch (1984), llamaron a este proceso de transformación continua, como "flexibilidad interpretativa", en razón que apoya la premisa básica del constructivismo social, en que la realidad se construye socialmente a través de un proceso dinámico de actuación e interpretación del mundo.

En este estudio, la mediación en los procesos de traducción y la flexibilidad interpretativa fueron consideradas como aspectos relevantes en el logro de la convergencia de intereses de los actores, en el marco de proyectos innovativos, representando un nivel de criterios clave, desde lo técnico y lo social, en la

conformación del constructo efectividad de la red sociotécnica. En este sentido, la noción de convergencia está asociada al grado de acuerdo que resulta de una serie de ordenamientos y alineamientos que se produce a través de las acciones de los intermediarios.

Desde la perspectiva de convergencia, introdujimos la dimensión de gobernanza de la red, contemplada en el modelo de efectividad de la red interorganizacional propuesto por Provan y Milward (1995), que se refiere a la forma como las redes se autogobiernan o responden a un cierto grado de centralización/descentralización en la coordinación y control de las actividades intra-red.

Desde esos aspectos teóricos, propusimos un modelo de efectividad de la red de innovación tecnológica, como un todo, bajo un esquema de articulación entre la academia, la industria, la sociedad y el Estado, en que confluyen múltiples entidades vinculadas por lazos bilaterales y/o multilaterales, sobre los cuales planteamos el estudio de la efectividad no a nivel de resultados individuales de sus actores, sino a nivel de la red en su conjunto (*whole network outcomes*).

En este sentido, el estudio de la efectividad de la red se tornó más complejo, ya que los estudios científicos sobre efectividad de las redes han sido abordados, en su mayoría, a nivel de las organizaciones individuales, más que a nivel de la red total, además, esta complejidad es más acuciante en razón que no existen estrictos límites para considerar cuándo una red está suficientemente delimitada para ser analizada correctamente. Desde la literatura revisada se aprecia un continuo perfeccionamiento del conocimiento sobre este fenómeno organizacional; es así que, de los trabajos que se han revisado, se puede desprender el juicio que los nuevos enfoques o teorías surgen o se desarrollan cuando se consigue integrar enfoques y teorías anteriores, y cuando los distintos autores más contemporáneos tratan de argumentar sus nuevas propuestas, combinándolas con las ideas antepuestas.

De esta manera, a partir de los trabajos de Provan y Milward (1995), se cuenta con un modelo preliminar de efectividad de la red, en que la efectividad a nivel de la red total, se toma como la variable dependiente; por otra parte, desde un enfoque

sistémico, algunos autores aportan al concepto de efectividad a nivel de red interorganizacional, relacionándola con la capacidad de las organizaciones dentro del sistema de adquirir recursos del entorno, de modo que aseguren su supervivencia y crecimiento. A partir de estas reflexiones, propusimos nuestra propia conceptualización de efectividad a nivel de red entera para la innovación tecnológica, así: "*agregado de resultados positivos generados en la red a nivel de concepción de artefactos o procesos técnicos y a nivel de apropiación de conocimiento tecnológico, por parte de la sociedad en su conjunto".*

Es así que, en aras de responder la interrogante principal de la tesis sobre la relación entre el contexto, la estructura de relacionamientos de la red, en el marco de sistema nacional de innovación, y la efectividad a nivel de red entera o total, basamos el análisis sobre el fenómeno de la efectividad en "estudios de casos" (considerando el análisis de datos tanto de tipo cualitativo como de tipo cuantitativo), constituyéndose el estudio de casos en la estrategia principal de la investigación.

La metodología utilizada parte de considerar a los grupos de investigación académicos (y sus respectivos objetos o elementos técnicos y organizacionales constitutivos) como la unidad de análisis del estudio, es decir, como las redes sociotécnicas e interorganizacionales que se conforman alrededor de la generación de una innovación tecnológica de producto/proceso, en el marco del sistema formal de innovación tecnológica de Colombia (SNCTeI –Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación). No obstante, desde un aspecto pragmático, cabe señalar que abordamos la noción de red total (*whole network*), en que esta perspectiva supone que la red involucra a varios actores u organizaciones que interactúan bajo un tipo de estructura, para alcanzar una meta más o menos común o compartida y, en ese sentido, Provan y Fish (2007) y Powel (2005) advierten que el éxito de un actor u organización individual en la red puede o no ser crítico para el éxito de la red en su conjunto.

El análisis cualitativo lo abordamos desde un esquema de discusión entre las proposiciones teóricas planteadas en la tesis y los hallazgos de la evidencia empírica en cada uno de los casos, enfatizando el estudio del caso GITEM, por tratarse de un estudio amplio que cubrió un período mayor a un lustro. De esta manera, las

proposiciones teóricas PT4 y PT6 (referidas a la diversidad e intensidad de los vínculos en la red y a la convergencia de intereses en los procesos de traducción, respectivamente) fueron discutidas, por una parte, alrededor de las múltiples iniciativas de construcción de redes para la innovación en los tres distritos metropolitanos de las tres mayores regiones del SNCTeI de Colombia (Centro oriente, Eje cafetero y Pacífico) en los ambientes de universidad-empresa-Estado-sociedad.

Por otra parte, dentro del caso GITEM, condujimos la discusión en torno a la construcción de la red para el desarrollo de los procesos de sustitución de madera de bosque nativo por tableros aglomerados con material de tetra pak, en que quedarían evidenciados los esfuerzos del actor-mundo por interesar aliados en el ámbito empresarial y estatal, sin resultados positivos en un inicio; posteriormente, se evidencia cierto nivel de convergencia de intereses con actores del ámbito académico, a través de la obtención de los primeros resultados de pruebas científicas realizadas en distintos laboratorios y centros de investigación nacionales e internacionales, con lo cual se van generando las primeras asociaciones y alianzas, en el marco de las fases de la problematización y el interesamiento de los procesos de traducción en la conformación del actor-red (Cfr. acápites 4.2.2 y 4.2.3)..

Las proposiciones teóricas PT1 y PT3 (referidas a los incentivos para la innovación en la relación universidad-empresa y la aportación de recursos desde el entorno, respectivamente) fueron discutidas alrededor del grado de dificultad que el actor-red (en el caso GITEM) enfrenta para el desarrollo de los tableros rígidos; la evidencia en esta fase de la innovación tecnológica se ve reflejada en diferentes objetos mediadores (convocatoria de Colciencias, perfil del proyecto, exención de impuestos, oficinas de transferencia tecnológica, entre otros) y las alianzas y asociaciones establecidas con actores del ámbito estatal, empresarial y académico.

La proposición teórica PT2 (referida a las interacciones en la red que propician el aprendizaje y la producción de conocimiento tecnológico) fue discutida a través de las evidencias reflejadas en diferentes objetos mediadores (convocatorias para asesoramiento en temas de propiedad intelectual, procedimientos para obtención de patentes, resoluciones, actas, informes, publicaciones académicas) y las

asociaciones formales e informales, principalmente con redes académicas a nivel nacional e internacional.

La proposición teórica PT5 (referida a los mecanismos de coordinación y control dentro de un sistema formal de innovación) fue discutida en relación a distintos mecanismos de trabajo colaborativo en red, como los evidenciados en las redes RUPI, los comités CUEE, los centros de investigación de excelencia –CIE y los grupos de investigación académicos, en las tres regiones colombianas del estudio, en que el imperativo de gobernanza se apreció reflejado tanto en acuerdos formales, contractuales o de regulaciones institucionales, como también en formas de integración y control basadas en la confianza o normas compartidas entre los actores de redes de innovación tecnológica.

Finalmente, desde el estudio cualitativo, la proposición teórica PT7 (referida a los esquemas interpretativos de los actores sociales involucrados en la transferencia, adopción y usos de las innovaciones tecnológicas) fue discutida en relación a la armonización de los tiempos entre actores de la academia y del sector empresarial para llevar a cabo las actividades de circulación y apropiación social del conocimiento tecnológico generado en la red.

Desde una perspectiva cuantitativa, asentamos la indagación sobre un estudio de tipo confirmatorio, basado en el análisis multivariante, en que aplicamos el "modelo de ecuaciones estructurales" sobre los datos recopilados en un cuestionario diseñado para el efecto. Esto fue factible en razón que las observaciones de la indagación mostraron un comportamiento de normalidad univariada evidenciada en los valores absolutos de Asimetría y de Curtosis, correspondientes, obtenidos de la estadística descriptiva.

La elaboración del cuestionario estuvo orientada por la definición de los factores y variables del estudio y por la formulación de las hipótesis de partida, de tal forma que las unidades de observación, tratadas en el cuestionario, las referimos hacia los factores de estructura y de integración de la red, como también, hacia los aspectos del contexto de cooperación y de los esquemas de la *flexibilidad interpretativa*, que influyen en el nivel de efectividad de la red de innovación

tecnológica. No obstante, el estudio de casos múltiples, en esta fase, se abordó desde el enfoque de "inmersión de casos particulares en un caso general", por razones del tamaño pequeño de la muestra en la indagación de tipo confirmatorio (Cfr. acápite 7.1.1).

En las líneas siguientes destacamos las principales reflexiones en torno al análisis cualitativo y cuantitativo en la conformación del modelo de efectividad de la red de innovación tecnológica, con lo cual probamos las hipótesis del estudio y respondemos a la interrogante principal de investigación acerca de plantear un conjunto de factores y, a su vez, el esquema de relaciones entre el contexto, la estructura de la red sociotécnica, en el marco del Sistema Nacional de Innovación, y la efectividad a nivel de red entera o total. Ahora bien, no es nuestro objetivo sintetizar el esquema integrado de efectividad de la red sociotécnica que bosquejamos en las figura 9 y 10 y la evidencia empírica presentada en los capítulos 6 y 7, sino destacar desde la propuesta de modelo de efectividad las principales reflexiones que contribuyan a reforzar la teoría sobre la efectividad de las redes interorganizacionales en el campo de la innovación tecnológica.

8.2 La diversidad de factores influyentes en la dinámica de la innovación tecnológica: reflexiones pragmáticas

La evidencia empírica de esta tesis confirmó el esquema de relaciones entre los distintos factores determinantes de la efectividad de la red de innovación tecnológica y las diferentes asociaciones y conexiones que se producen entre los actores, dentro de un sistema formal de innovación. Como anotamos en el acápite 7.2, desde una perspectiva cuantitativa, la aplicación de modelos de ecuaciones estructurales (modelo global 4 y submodelo 3), en una escala de ponderación entre -1 y 1, condujo a la confirmación de las hipótesis del estudio en relación a la influencia de los factores del contexto de cooperación, de la dinámica de relacionamientos y de los factores de flexibilidad interpretativa sobre los resultados a nivel de la red entera en el campo de la innovación tecnológica de producto/proceso.

Desde esas líneas, apreciamos que un punto débil del sistema de innovación en Colombia es la baja financiación del Estado y, en este sentido, la disponibilidad

de recursos desde el entorno hacia la red refleja el grado de dificultad que la red enfrenta para realizar sus actividades de manera efectiva. Sin embargo, los recursos para la innovación tecnológica pueden proceder de distintas fuentes lo que implica que las entidades en la red jueguen un triple rol, el de investigador, el de innovador y el de gestor. Este último, implica lograr la asociatividad con otros grupos y organizaciones en lugares diversos. La consecución de recursos y la adhesión de entidades patrocinadoras en el caso GITEM dan muestra de la existencia de un conjunto de instrumentos públicos y de entornos de cooperación, a través de acuerdos formales y esquemas de colaboración que involucran la compartición de recursos científicos y tecnológicos, a nivel local, regional, nacional y global.

Por otra parte, los esfuerzos de cooperación entre los actores dentro de una red interorganizacional van configurando esquemas de incentivos que podrían tornarse de naturaleza distintas. Es así que, los incentivos de carácter financiero (programas para cofinanciar proyectos empresariales y académicos, exenciones tributarias, fondos del sistema bancario para inversiones de capital basadas en conocimiento, entre otros), universalmente, han demostrado su efectividad para la generación de emprendimientos tecnológicos. Los incentivos no financieros apuntarían a la innovación a través de redes o agrupaciones, enfocándolos hacia la construcción de enlaces que exploten las relaciones entre la universidad y el sector empresarial, la consolidación de los centros de excelencia de investigación y de competencias, de forma que se incremente la capacidad de absorción de la industria y el intercambio de conocimientos.

Desde la evidencia empírica recogida, tanto en el plano académico como empresarial, la conciencia del trabajo en red se lo mira desde la perspectiva de alianzas, acuerdos de cooperación y de colaboración. Sin embargo, observamos que en las relaciones universidad-empresa, la vinculación a través de acuerdos de colaboración o de alianzas entran en conflicto en aspectos relacionados con la temporalidad de la gestión del conocimiento intra-red. En este sentido, el éxito en el plano académico, fruto de una colaboración con el sector industrial, puede estar direccionado hacia los esfuerzos de producción de conocimiento científico y tecnológico y de su protección y divulgación intelectual, eventos que ocurren en el

mediano o largo plazos, en tanto que, las necesidades de producción y circulación de ese conocimiento para la organización industrial pudieran ser la base de su subsistencia en el presente o en el corto plazo.

En esta tesis identificamos y estudiamos los procesos de generación de innovación tecnológica a la vez que los procesos de gestión del conocimiento científico y tecnológico en redes interorganizacionales desde la academia que se relacionan con las políticas de ciencia, tecnología e innovación en territorio colombiano. Los casos estudiados nos permitieron indagar esas relaciones, dado que los mismos estaban impregnados por las políticas de desarrollo de las relaciones universidad-empresa-Estado, pero desde una visión sistémica de la tecnología y la innovación.

Desde esta visión, los instrumentos de política pública en ciencia y tecnología, en el marco de un Sistema Nacional de Innovación, se constituyen en intermediarios de los procesos innovativos para el desarrollo, en un contexto específico. Ello, necesariamente comporta cierto grado de convergencia social y disciplinar que apunta hacia la articulación de intereses en áreas estratégicas de desarrollo, en la compartición de recursos y en alianzas entre instituciones, grupos y regiones, (Pérez M. 2013); en el juego de la convergencia, los actores dentro del sistema apropian esas perspectivas para favorecer el aprovechamiento de recursos para el fomento de su actividad científica y tecnológica.

En esta línea, la dimensión sistémica, en el funcionamiento de la red, es un concepto que está muy arraigado en el ambiente académico, del terreno de esta investigación. La red se visualiza como el conjunto de actores, personas, entes, instituciones que están interconectados de alguna forma, pero ello no garantiza que haya una dinámica de trabajo en esa red. La red de actores, desde la visión de investigadores y científicos, en nuestro estudio, se visualiza como uno de los elementos que dinamizan el sistema; en ese sentido, el sistema es el ente vivo, dinámico, en el cual hay unas variables o componentes de entrada (problemas, retos, proyectos) y unas de salida (resolución de problemas, productos protocolos, políticas, leyes) que surgen de la dinámica del mecanismo de procesamiento de la información y de otros elementos que entran al sistema para entregar una salida.

En la práctica, los Sistemas Nacionales de Innovación, como esquemas reticulares de la política pública en ciencia, tecnología e innovación, han generado esquemas de normalización, en los cuales se incluyen los procesos de gestión de la innovación para mejorar las capacidades de innovación de las entidades que forman parte de aquellos. En este sentido, para el caso del impulso de grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en la universidad, el discurso se direcciona hacia el reconocimiento y la evaluación de la actividad productiva de los grupos académicos, en materia de generación de conocimiento científico y tecnológico, documentado y, en el mejor de los casos, patentado, como requerimiento *sine qua non* para la acreditación institucional.

Desde nuestro estudio, el enfoque de sistema no constituyó el foco de desarrollo de las capacidades innovativas; por el contrario, desde un enfoque de red sociotécnica y de sociología de la traducción, vislumbramos que las vinculaciones directas e indirectas dentro de la red consiguen generar impactos positivos en la generación de conocimiento e innovación; asimismo, la información diversa y los recursos que se pudieran capturar a través de la articulación con otros actores fuera de la red, a la vez inciden en un incremento de las posibilidades de innovación. En ese sentido, propusimos identificar las características de la estructura de la red en relación con el grado de conectividad, la diversidad de los vínculos y la intensidad de tales relaciones.

En esa dirección, las redes que vislumbramos en nuestro estudio, con un alto grado de conectividad, diversidad de vínculos e intensidad de relaciones son, desde la academia, los comités CUEE en las principales capitales de Colombia (Bogotá, Medellín y Cali) y, desde el sector industrial, las redes Global Connect, en el distrito metropolitano de Bogotá y el centro de innovación y negocios, Ruta N en el distrito metropolitano de Medellín, específicamente.

Sin embargo, apreciamos que desde un enfoque de red sociotécnica, de red tecno-económica y de sociología de la traducción, los diferentes actores en esas redes interactúan a través de la intermediación y la convergencia; en este sentido, como lo advierte Pérez (2013), la estructura formal de la colaboración en el discurso de la política pública en ciencia y tecnología, impulsada por Colciencias, comporta un

“proceso de endogenización por convergencia social y disciplinar” en que se busca “la articulación de intereses en áreas estratégicas, los recursos compartidos y las alianzas entre instituciones, grupos y regiones”.

Estas condiciones las detectamos en los mecanismos de evaluación de los perfiles de los grupos de investigación de las universidades y sus respectivas categorizaciones y en los direccionamientos que enmarcan la práctica de los comités CUEE, en los cuales prima la lógica de las prácticas que coinciden o son coherentes con la política de productividad y competitividad, enmarcada en la Estrategia de innovación y desarrollo tecnológico, bajo la cual se establecen normativas para la participación activa y responsable de todos los actores del sistema que colaboran en procesos innovativos desde la academia y la industria.

En los procesos innovativos se requiere de la capacidad para interesar e involucrar a todos y cada uno de los actores claves del sistema y, de cada uno de ellos, se requieren capacidades innovativas desde su rol dentro de la red. Por ejemplo, en la innovación de producto de un dispositivo para detectar *Agnea neonatal*, si no se toma en cuenta qué tan capaces son las auxiliares de enfermería, las enfermeras o los profesionales para hacer uso adecuado del producto final, y se supone que por ser un prototipo que cumple con los requerimientos de funcionamiento y tener la correspondiente patente, este sería suficientemente adecuado para su uso y no se lo busca probar o desarrollar considerando el involucramiento de los usuarios, puede que este producto final de investigación se quede solamente como un “prototipo documentado”, pero sin apropiación social en su aplicación y uso.

En el otro aspecto de la innovación, la red que la soporta y la innovación misma se consideran un constructo social. La innovación tecnológica, *per sé*, es social, ya que es un conocimiento que se traduce en desarrollo social (su efecto natural), en crecimiento o en riqueza. Desde esta visión, toda innovación debe contener el componente de solución a determinada situación de tipo social; el fin último debe ser este. En ese sentido, la discusión ahora aflora sobre si las capacidades innovativas y de gestión de redes para la innovación se muestran como procesos en construcción.

En los ambientes de red en que se comparte el conocimiento tecnológico y se presume un nivel importante de conectividad en los procesos de innovación tecnológica, el desarrollo de la confianza y el entendimiento y comprensión de valores y normas de la actividad conjunta resultan en una alternativa sobre el esquema de gobernanza u otros mecanismos de control formales. Provan & Kenis (2008) atribuyen este comportamiento a un tipo de mecanismo de control, que es propio del esquema de trabajo en red, el cual se basa en la "construcción de la reputación del grupo" (Milward et al 2006, 205-206), en que lograr un alto nivel de reputación actúa como controlador del comportamiento colectivo, con lo cual se logra reducir el oportunismo en la apropiación o mal uso del conocimiento tecnológico generado en la red.

Resumiendo lo expuesto en el presente ácapite, a continuación listamos las principales conclusiones del estudio:

La evidencia empírica recogida en la tesis reflejó un liderazgo incipiente de la mujer en las actividades científico tecnológicas, en el ambiente académico conformado por los programas de ingeniería: Civil, Ambiental, Biomecánica, Biomédica, Eléectrica, Electrónica, Mecatrónica. Telecomunicaciones, Mecánica e Ingeniería de Materiales.

En relación a la disponibilidad de recursos desde el entorno hacia la red, los actores académicos en la red juegan un triple rol: de investigador, de gestor y de innovador.

La conciencia del trabajo en red se lo mira desde la perspectiva de alianzas, acuerdos de cooperación y de colaboración; sin embargo, en la relación universidad-empresa los aspectos relacionados con la temporalidad de la gestión del conocimiento entran en conflicto.

En el juego de la convergencia social y disciplinar que soporta las políticas que articulan intereses en áreas de desarrollo nacional, los actores dentro del sistema estatal de innovación podrían apropiar esas perspectivas para favorecer resultados de la actividad científico-tecnológica.

En el proceso de convergencia social y disciplinar, se evidenció un conjunto de mecanismos de evaluación y categorizaciones de la actividad intelecetual, lo que contrasta con el comportamiento colectivo a través de la "construcción de la reputación del grupo".

El modelo de efectividad propuesto refleja la debilidad del sistema de innovación y del trabajo en red, en que están por resolver las capacidades innovativas en materia de desarrollo técnicos y tecnológicos.

Asimismo, el modelo de efectividad propuesto revela una carencia en la comprensión, por parte de los actores de la red, de las trayectorias de una innovación a través del tiempo y el espacio; sin embargo, pudo evidenciarse las diferentes asociaciones y conexiones entre lso actores dentro de un sistema formal de innovación, con lo cual a la vez se confirma el esquema de relaciones entre los factores determinantes de la efectividad de la red en su conjunto.

8.3 Limitaciones y aspectos a profundizar en la investigación expectante

Estamos conscientes de las limitaciones de generalización de los resultados a los que hemos arribado en el estudio empírico, en razón que la tesis se enmarcó en un contexto específico de política pública de innovación en territorio colombiano, y el hecho de haber aplicado un cuestionario dirigido a un colectivo específico, el de las ingenierías y programas del SNCTeI. Aunque algunos aspectos resultan ventajosos, ya que se obtuvo una mayor homogeneidad en las respuestas, otros pueden representar una visión sociotécnica restringida sobre los resultados a nivel de red entera que, ciertamente, no pueda extrapolarse a otros casos más generales.

El tamaño pequeño de la muestra también constituyó una limitante, ya que no fue posible realizar una contrastación de los casos múltiples; en cambio, llevamos a cabo una inmersión de casos particulares en un caso general, lo que nos limitó la capacidad de generalizar los resultados obtenidos. Sin embargo, del análisis descriptivo y confirmatorio del estudio empírico se pudieron inferir hipótesis o

generalizaciones teóricas, con lo cual pretendemos responder a los diferentes cuestionamientos que se formulen posibles investigadores que consulten esta tesis.

La investigación expectante podría utilizar más casos de redes de innovación tecnológica tanto a nivel de producto y proceso cuanto a nivel de implementación de modelos de "marketing" o de prácticas organizacionales, dentro de un sistema nacional de innovación, y observar el esquema de relaciones no lineales bajo el enfoque constructivista social de la tecnología; esquema que es de especial interés tanto para la conformación de estrategias de desarrollo tecnológico bajo alianzas y redes de cooperación universidad-industria, cuanto como elementos de configuración de políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación con enfoque de desarrollo socio-económico, bajo alianzas y redes de cooperación universidad-empresa-Estado-sociedad.

El haber estudiado el fenómeno interorganizacional en un terreno promovido o afectado por el sector estatal, a través de la Política pública en Ciencia, Tecnología e innovación, nos lleva a proponer profundizar en los factores determinantes de la efectividad de la red cuando esa condición no está presente.

Finalmente, considerando el fenómeno de la efectividad de la red de innovación tecnológica, enfocado en los factores determinantes de la efectividad, establecido en esta tesis, proponemos lo siguiente:

Estudiar el fenómeno de la efectividad de la red de innovación tecnológica, considerando el factor de la inclusión social, que comprenda los conocimientos locales y tradicionales, y los colectivos de mujeres y de minorías, desde un enfoque de red sociotécnica.

Plantear un modelo de efectividad de la red de innovación tecnológica desde la perspectiva latinoamericana de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad – PLACTS.

BIBLIOGRAFÍA

Ahuja, G. (2000): "Collaboration Networks, Structural Holes and Innovation: A Longitudinal Study, *Administrative Science Quarterly, Vol, 45, Pp. 425-455.*

Aibar P., E.(1996): "La vida social de las máquinas: orígenes, desarrollo y perspectivas actuales en la sociología de la tecnología", *REIS,* Nº 76, pp. 141-170 Barcelona.

---------- (2002): "Cultura Tecnológica", en De Cózar, J. M. (Eds): "Tecnología, Civilización y Barbarie", *Anthropos, Pp. 37-62,* Barcelona.

Albornoz, M. (1997): "La política científica y tecnológica en América Latina frente al desafío del pensamiento único", *Redes, Vol. 4, Nº. 1, pp. 95-115.*

---------- (2009): "Indicadores de Innovación: las dificultades de un concepto en evolución", *Revista* Iberoamericana *de Ciencia, Tecnología y Sociedad, Vol. 5, Nº. 13*

---------- (2013): "Innovación, Equidad y Desarrollo Latinoamericano", *Revista de Filosofía, Moral y Política, nº. 48, Pp. 111-125,* Centro REDES, Argentina

Arellano, A. (2003): "La Sociología de las Ciencias y de las Técnicas de Bruno Latour y Michel Callon", *Cuadernos Digitales en Historia Archivística y Estudios Sociales, Vol. 8, No. 23, Universidad de Costa Rica.*

Arrow, K. (1962), "The Economic Implications of Learning by Doing", *Review of Economics Studies, Vol. 29, No. 2, Pp. 155-173*.

Babbie, E. (2000): "Fundamentos de la Investigación Social", *International Thomson Editores*, México, D. F.

Barringer, B. R.; Harrison, J. S. (2000): "Walking a tightrope: Creating value through inter-organizational relationships", *Journal of Management, Vol. 26, No. 3, Pp. 367-403*

Bergenholtz, C.; Waldstrom, C. (2011): "Inter-Organizational Network Studies - A Literature Review", *Industry and Innovation, Vol. 18, No. 6, Pp. 539-562.*

Bijker, W. E.; Hughes, T.; Pinch, T. (1987): "The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology", *The MIT Press*, Cambridge (MA).

----------; Law, John, (1992): "Shaping Technology / Building Society", London/ Cambridge (MA), *The MIT Press*.

---------- (1993): "Do Not Despair: There Is Life after Constructivism", Science, Technology, & Human Values, Vol. 18, No. 1, Pp. 1113-138, SAGE Publications.

---------- (1995): "On Bycicles, Bakelites and Bulbs". Elements for a Theory of Socio-technical Change. *The MIT Press*, Cambridge (MA).

Boczkowski, P. (2000): "Del laboratorio a la ciudad: Wiebe Bijker habla de la evolución de los Estudios Sociales de la tecnología", *Redes, vol.7, 16, pp. 89-106*, Buenos Aires.

Bollen, K.A. (1989): "Structural equations with latent variables", *Willey*, New York.

---------- (1993): "Testing Structural Equation Models", *Sage Publications.*

Bonache P, J. (1999): "El estudio de casos como estrategia de construcción teórica: Características, críticas y defensas", *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa, No. 3, Pp. 123-140*, Universidad Carlos III de Madrid.

Boulding, K. E. (1956): "General Systems Theory. The Skeleton of Science", *Management Science*, Vol. 2, pp. 197-208.

Bovy, M.; Vinck, D. (2003): "Social Complexity and the Role of Object", en Vinck, Dominique (2003).

Byrne, B.M. (1998): "Structural Equations Modeling with LISLERL, PRELIS and SIMPLIS: Basic Concepts, Application, and Programming", *Lawrence Erlbaum Associates*, New York.

Buesa, M. (2002): "El Sistema Regional de Innovación de la Comunidad de Madrid", *IAIF - Universidad complutense de Madrid.* Consultado en noviembre de 2011: http://eprints.ucm.es/6782/1/30-01.pdf.

Caballero, R. (2008): “Sistema Nacional de Innovación y Complejidad: una evaluación crítica”, *Revista Economía Informa, Nº. 352, Pp. 104-1126,* UNISTMO, Oaxaca.

Callon, M. (1986): “The Sociology of an Actor-Network: the case of the Electric Vehicle”, en: Michel Callon, John Law & Arie Rip (eds): “Mapping the Dynamics of Science and Technology: Sociology of Science in the Real World”, *The Mac Millan Press Ltd., Pp. 19-35,* London.

---------- (1995): “Algunos elementos para una sociología de la traducción. La domesticación de las vieiras y los pescadores de la bahía de St. Brieuc”, en Iranzo, J. M. et al, (Eds). “Sociología de la ciencia y la tecnología”, *Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Pp. 259-282,* Madrid.

---------- (1998): “El proceso de construcción de la sociedad. El estudio de la tecnología como herramienta para el análisis sociológico”, en Domènech, M. y F. Tirado (Eds). “Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad”, *Gedisa, Pp. 143-170,* Barcelona.

---------- (2001): “Redes tecno-económicas e Irreversibilidad”, *Redes, Vol. 8, No. 17, Pp. 85-126,* Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires.

----------; Latour, B. & Akrich M. (2002a): “The Key to Success in Innovation Part I: The art of interessement”, *International Journal of Innovation Management, Vol. 6, No. 2 , Pp. 187-206,* Imperial College Press.

----------; Latour, B. & Akrich M. (2002b): “The Key to Success in Innovation Part II: The art of choosing good spokespersons”, *International Journal of Innovation Management, Vol. 6, No. 2 , Pp. 207-225,* Imperial College Press.

Cameron, K.; Whetten, D. (1983): "Organizational Effectiveness: One Model or Several?", en "Organizational Effectiveness: A Comparison of Multiple Models", Pp. 1-27, *Academic Press,* New York.

---------- (1986a): "Effectiveness as a Paradox. Consensus and Conflict in Conceptions of Organizational Effectiveness", *Management Science, Vol. 32, No. 5, Pp. 539-553.*

---------- (1986b): "A Study of Organizational Effectiveness and its Predictors", Management Science, Vo. 32, No. 1, Pp. 87-112.

Campbell, K. S. (1977): "On the Nature of Organizational Effectiveness", en Goodman & Pennings (Eds): "New Perspectives on Organizational Effectiveness", *Jossey-Bass*, San Francisco.

Castells, M. (2000): *La Sociedad Red: una visión global*, Alianza Editorial, Madrid.

Chiva Gómez, R. (2001): "El estudio de casos explicativo. Una reflexión", *Revista de Economía y Empresa, Vol. 15, No. 41, Pp 119-132.*

Clark, N. (1995): "Interactive Nature of Knowledge Systems: some implications for the third world"; *Science and Public Policy*, Vol. 22, Nº. 4, Pp. 249-58.

Colciencias (2007): Centros de Investigación de Excelencia, Génesis e implementación. *Consultado en enero 2010: ftp://ftp.colciencias.gov.co/pub/web/agenda/Los%20Centros%20de%20Investigaci%F3n%20de%20Excelencia%20%20(marzo%2018).pdf*

Colciencias (2012): "Centros de Investigación" -Boletín Estadístico No. 1, *Oficina Asesora de Planeación - Colciencias, Pp. 4.*

Colciencias (2013a): "Convocatoria Colciencias 640 para Reconocimiento y Medición de Grupos de Investigación, Desarrollo tecnológico e Innovación". Consultado en enero de 2014: http://www.colciencias.gov.co/convocatoria/convocatoria-nacional-para-el-reconocimiento-y-medici-n-de-grupos-de-investigaci-n-desa

Colciencias (2013b): "Modelo de Medición de Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico y/o de Innovación, año 2013", Versión II, de diciembre 10 de 2013, Bogotá, D.C.

Colciencias (2014a): "Convocatoria Nacional para el Reconocimiento de Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico y/o Innovación y para el Reconocimiento de Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación: 2013", Resultados preliminares publicados el 12 de marzo 12 de 2014, Bogotá, D.C.

Colciencias (2014b): “Ajustes al Modelo de Medición de los Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación y de Reconocimiento de Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación: año 2014”, Bogotá, D.C., octubre 15 de 2014, 164 páginas.

CONNECT (2014): “Connect Bogotá Region”. Consultado en diciembre de 2014: [url=http://www.connectbogota.org/][u]http://www.connectbogota.org/[/u][/url]

Connolly, T., et al (1980): "Organizational effectiveness: A multiple constituency approach", *Academy of Management Review, Vol. 5, Pp. 211-218.*

Cook, T; Reichardt, C. (1986): “Métodos Cualitativos y Cuantitativos en Investigación Evaluativa”, *Morota*, Madrid.

Cooke, P. (2003): “Strategies for Regional Innovation Systems: Learning transfer and Applications”, *UNIDO - Policy Papers*, Vienna.

---------- (2005): “Introduction. The origins of the concept”, *Taylor & Francis Library*, en Philip N. Cooke et al (1998): “Regional Innovation Systems: the role of governances in a globalized world”, *UCL Press Limited*, Londres.

CUEE (2008): “Hacia una cultura del emprendimiento, la innovación y la asociatividad para la competitividad y el desarrollo de la región y del país”, *Revista CUEE, año 1, edición #1, enero-julio*, Medellín.

Curran, P. J., S. G. West y J. F. Finch (1996): “The robustness of test statistics to non normality and specification error in confirmatory factor analysis”, *Psychological Methods Vol. 1, Pp. 16-29.*

Dagnino, R.; Thomas, H. (2000): “Elementos para una renovación explicativa-normativa de las políticas de innovación latinoamericanas”, *Revista Espacios, Vol. 21, No. 2.*

---------- (2003): “A relação universidade-empresa no Brasil” e o “argumento de hélice tripla”, *Revista Brasileira de Inovação, Vol. 2, No. 2.* Consultado en octubre de 2012: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/258-1079-1-PB.pdf

Daza, C. (2008): "Estudio Social de la Tecnología. Un enfoque teórico", *Revista de la PUCE, No. 86, Pp. 7-30,* Quito.

Doloreux, D.; Parto, S. (2002): "Regional Innovation Systems: A Critical Review", *Institute for New Technologies, United Nations University*.

Dosi, G. (1999): "Some Notes on National Systems of Innovation and Production and their Implication for Economic Analysis", en Daniele Archibugi, Jeremy Howells, and Jonathan Michie (Eds.): "Innovation Policy in a Global Economy", *Cambridge University Press.*

Drucker, Peter F. (1999): "Los Desafíos de la Gerencia para el Siglo XXI", *Editorial Norma,* Bogotá.

Edquist, C. (1997): "Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations", *Pinter Publishers,* Londres.

---------- et al (2000): "Collaboration in Product Innovation in the East Gothia Regional System of Innovation", *Enterprise & Innovation Management Studies, Vol. 1,* No.1.

---------- (2004): "Systems of Innovation. Perspectives and Challenges", en Fagerberg, J. et al (Eds): "The Oxford Handbook of Innovation", *Oxford University Press, Cap. 7.*

Eisenhardt, K. (1989): "Building Theories from Case Study Research", *Academy of Management Review, Vol. 14, Pp. 532-550.*

---------- (1991): "Better stories and better constructs: the case for rigor and comparative logic", *Academy of Management Review, Vol. 16, Pp. 620-627.*

---------- & Graebner, M. (2007): "Theory building from cases: Opportunities and Challenges", *Academy of Management Journal, Vol. 50, No. 1, Pp. 25-32.*

Elster, J. (1997): "El Cambio Tecnológico. Investigaciones sobre la racionalidad y la transformación social", *Gedisa,* Barcelona.

Etzioni, A. (1960): "Two Appraches to Organizational Analysis: a critique and suggestion", *Administrative Science Quarterly, Vol. 5, Pp. 257-278.*

---------- (1975): "A Comparative Analysis of Complex Organizations", Cap. V, Pp. 103-152 (Compliance, Goals and Effectiveness), *The Free Press*, New York.

Etzkowitz, H*; Leydes*dorff, L. (1998), "The endless transition: a triple helix of university-industry-government relations", *Minerva, 36, Pp. 203-220.*

_____ (2000): "The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations", *Research Policy, V. 29, No.2, pp. 109-123.*

Evan, W. (1966): "La Órbita de la Organización: Hacia una Teoría de las Relaciones Interorganizacionales", en: Thompson, J. Eds. "Teoría de la Organización", Pp. 197-214. Consultado en julio de 2012: http://saludcolectiva-unr.com.ar/docs/SC-195.pdf

Fleuri, S. (2002): "El desafío de la gestión de redes de políticas", *Revista del Instituto Internacional de Gobernabilidad*, España. Consultado en julio de 2012: http://www.programaamartyasen.com.ar/wp-content/uploads/2011/07/EL-DESAF%C3%8DO-DE-LA-GESTI%C3%93N-DE-LAS-REDES-DE-POL%C3%8DTICAS.pdf

Freeman, C. (1987): "Technology policy and economic performance: lessons from Japan"; *Pinter Publishers*, Londres.

---------- et al (1988): "National Systems of Innovation", en Dosi, G. et al (Eds) (1988), "Technical Change and Economic Theory", Cap. 15, Pp. 309-398, *Laboratory of Economics & Management*, Pisa.

---------- (1995), "The National Innovation Systems in Historical Perspective", *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 19, No. 1.

Gefen, D.; Straub, D.W.; Boudreau, M. (2000): "Structural equation modeling and regression: guidelines for research practice", *Communications of the AIS, Vol 1, No. 7, Pp. 1-78.*

Gil, A. (1994): “Métodos e técnicas de Pesquisa social”, *Editorial Atlas, São Paulo.*

Glaser , B.; Strauss, A. (1967): “The discovery of Grounded Theory: strategies for qualitative research”, en: C. Sandoval (1996): “Investigación Cualitativa”, *Editorial del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior*, Pp. 111-128, Bogotá.

Goes, J.; Park, S. (1997): “Interorganizational Links and Innovation: The Case of Hospital Services”, *Academy of Management Journal, Vol. 40, No. 3, Pp. 673-696.*

Gonçalves, J. A. (2006): “Impacto do Planeamento Estratégico na Eficácia Organizacional das Instituições Portuguesas de Ensino Superior Agrário”, *TESIS de la Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro*. Consultado en septiembre de 2012: https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/772/1/tese%20de%20doutoramento.pdf

Grint, K.; Woolgar, S. (1997): “The Machine at Work: Technology, Work and Organization”, *Polity Press*, Cambridge.

Guiot, J. (1985): “Organizaciones Sociales y Comportamiento”, *Editorial Herder*, Barcelona.

Hair, J. F. et al (1999): “Análisis Multivariante”, *5a. edición, Prentice Hall Iberia*, Madrid.

Hannan, M. & Freeman, J. (1977): "Obstacles to the Comparative Study of Organizational Effectiveness", en Goodman & Pennings (Eds): "New Perspectives on Organizational Effectiveness", *Jossey Bass*, San Francisco.

Hartley, J. (1994): “Case studies in organizational research”, en Catherine Cassell y Gillien Symon (Eds.): “Qualitative Methods in Organizational Research: A practical guide”, *SAGE Publications (1998), Pp. 208-229*, London.

Heidegger, M. (1950): “La Época de la Imagen del Mundo”, en “Caminos del Bosque”, traducción de Elena Cortes y Arturo Leyte, *Editorial Alianza*, Madrid, 1995.

Hughes, T. (1983): “Networks of Power: Electrification in Western Society, 1980-1930”, *John Hopkins University Press, Baltimore.*

----------. (1987): “The Evolution of Large Technological Systems”, en W. Bijker, T.P. Hughes y T, Pinch (Eds.), “The Social Construction of Technological Systems”, *MIT Press* pp. 51-82, Cambridge (MA).

Isuani, F. (2009): “Redes Intergubernamentales para la Implementación de Programas Sociales”, *Administración Pública y Sociedad, No. 16,* Buenos Aires.

Johnson, B. (1992): “Institutional Learning”, en Bengt-Åke Lundvall (Ed.): “National Innovation Systems: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning”, Cap. 2, Pp 23-45, *London Pinter Publishers.*

---------- ; Lundvall B.-Å. (1994): “Sistemas nacionales de innovación y aprendizaje institucional”, *Revista de Comercio Exterior,* México. Consultado en enero de 2012: http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/362/4/RCE4.pdf

---------- ; Lundvall B.-Å.; Edquist, Ch. (2003): “Economic Development and the National Systems Approach”, *First Globelics Conference,* Río de Janeiro.

Katz, D.; Kahn,R. L. (1966): "The Social Psychology of Organizations. Cap. 3: Organizations and the System Concept", *Wiley,* New York.

Keeley, M. (1978): "A social-justice approach to organizational evaluation", *Administrative Science Quaterly, Vol. 23, Pp. 272-292.*

---------- (1984): "Impartiality and Participant-Interest Theories of Organizational Effectiveness", *Administrative Science Quaterly, Vol. 29, Pp. 1-25.*

Kline, S. (1985): “Innovation is not a linear process”, *Research Management, Vol. 28, No. 4, Pp. 36-45.*

---------- & Rosenberg, N. (1986): “An Overview of Innovation”, en Ralph Landau & Nathan Rosenberg (Eds): “The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth”, *National Academic Press, Pp. 275-305.*

Lane, P.; Lubatkin, M. (1998): "Relative Absorvative Capacity and Interorganizational Learning", *Strategic Management Journal, Vol. 19, No. 5, Pp. 461-477.*

Latour, B. (1986): "The Powers of Association", en "Power, Action and Belief. A new sociology of knowledge?", "Sociological Review*", monograph 32, Law, J (Ed), Routledge & Kegan Paul, pp. 264-280,* London.

---------- (1991): "Technology is society made durable", en "A Sociology of Monsters. Essays on Power, Technology and Domination", Law, J. (Ed.), *Routledge & Kegan Paul, pp. 103-131,* London.

---------- & Woolgar, S. (1995): "La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos", *Alianza Editorial,* Madrid.

---------- (2007): "Nunca Fuimos Modernos. Ensayo de antropología simétrica", *Siglo Veintiuno Editores,* Buenos Aires.

---------- (2008): "Reensamblar lo Social. Una Introducción a la Teoría del Actor-red", *Manantial,* Buenos Aires.

Law, J. (1986): "The Heterogeneity of Texts", Mapping the Dinamics of Science and Technology, Callon, M., Law, J., and Rip, A., *Macmillan Press, pp. 67-83, Londres.*

---------- (1987): "Technology and Heterogeneous Engineering: The case of Portuguese expansion", en Bijker, W. E.; Hughes, T.; Pinch, T. (1987): "The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology", *The MIT Press, Pp. 111-134,* Cambridge (MA).

----------; Callon, M. (1988): "Engineering and Sociology in a Military Aircraft Project: A Network Analysis of Technological Change", *Social Problems, Vol.3, pp. 284-297.*

---------- (1992): "Notes on the theory of the actor-network: ordering, strategy, and heterogeneity", *Systems Practice*, Vol. 5, No. 4, p. 379-393.

Lawler, D. (2003): “Las funciones técnicas de los artefactos y su encuentro con el constructivismo social en tecnología”, *REDES, Vol. 1, No. 1, Pp. 27-71*, Buenos Aires.

Lawrence, P.; Lorsch, J. (1967): “Organizational Environment”, *Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University.*

Lemos, C. (1999): “Inovação na era do conhecimento”, en: Helena Lastres & Sarita Albagli: “Informação e globalização na era do conhecimento”, Cap. 5, Pp. 122-144, Rio de Janeiro. Consultado en diciembre de 2012: http://www.liinc.ufrj.br/pt/attachments/055_saritalivro.pdf

Lepratte, L. (2011): “Sistemas Sociotécnicos, Innovación y Desarrollo”, *MPRA Paper, No. 33559*; Consultado en noviembre de 2013: http://mpra.ub.uni-muenchen.de/33559/

Lévy, M. (2005): “Modelización y Análisis con Ecuaciones Estructurales”, en Lévy, M. & Varela, J. (2005): “Análisis Multivariable para las Ciencias Sociales”, Cap. 17, Pp. 767-814, Universidad de Québec; *Pearson Educación, S. A.*, Madrid.

Lewin, A. (1986): "Determining Organizational Effectiveness: Another look, and an Agenda for research", *Management Science, Vol. 32, No. 5, Pp. 514-538.*

Lysons, A. (1993): "The Typology of Organizational Effectiveness in Australian Higher Education", *Research in Higher Education, Vol. 34, No. 4, Pp. 465-488.*

Lundvall, B-Å. (ed.) (1992); “National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning, Cap. 1, pp. 1-20, *London Pinter Publishers*.

----------; Johnson, B. (1994), “The Learning Economy”, *Journal of Industry Studies*, Vol. 1, No. 2: 23-42.

---------- (1999): “La Base del Conocimiento y su Producción”, *Economiaz, No. 45, Pp. 14-37*, Madrid.

---------- (2007): “National Innovation Systems. Analytical Concept and Development Tool”, *Revista Industry and Innovation, Vol. 14, Nº. 1, Pp. 95-119.*

Malerba, F. (2002): "Sectoral Systems of Innovation and Production", *Research Policy, Vo. 31, Pp. 247-264* .

Malhotra, N. (2004): "Investigación de Mercados. Un enfoque aplicado", 4a. edición, *Pearson Education*, México.

Mandell, M. P. (1999): "Community Collaborations: Working Through Networks and Network Structure", *Policy Studies Review, Vol 16, No. 1, Pp. 42-65.*

MANUAL DE OSLO (2007): Manual de Oslo. Directrices para la recogido e interpretación de información relativa a innovación", *Universidad Autónoma de Madrid; Consejería de Educación, Comunidad de Madrid:* http://www.uam.es/personal_pdi/economicas/palomas/Traduccion%20%20espanola%20del%20Manual%20de%20Oslo.pdf

Maxwel, J. A. (1998): "Designing a Qualitative Study", en Bickman & Rog (Eds): "Handbook of Applied Social Research Method", *SAGE Publications, Pp. 69-100*, CA.

McMaster, T; Vidgen, R; Wastell, D. (1997): "Towards an Understanding of Technology in Transition. Two Conflicting Theories", Paper presentado en la Conferencia IRIS20, en agosto 9-12, en Escandinavia.

Miles, R. E.; Snow, C. C. (1986): "Organizations: New Concepts for New Forms", *California Management Review, Vol. 28, Nº.3, pp. 62-73.*

Milward, H. B.; Kenis, P.; Raab, J. (2006): "Introduction: Towards the Study of Network Control", *International Public Management Journal, Vol. 9, No. 3, Pp. 203-208.*

----------et al (2010): "Governance and Collaboration: An Evolutionary Study Of Two Mental Health Networks", *Journal of Public Administration Research and Theory, Vol. 20, Supplement 1, Pp. 125* -141.

Mintzberg, H. (1997): "Estructuras, fuerzas y formas de las organizaciones eficaces", en: Henry Mintzberg et al: "El Proceso Estratégico. Conceptos, Contextos y Casos", *Pearson Education, 1ª edición,* México, Pp. 159-182.

Montoya, O. (2004): "Schumpeter, Innovación y Determinismo Tecnológico", *Scientia Et Technica, UTP, Pp. 209-213,* consultado en junio de 2011: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84911685037

Navarro, M. (2001): "Los Sistemas Nacionales de Innovación: una revisión de la literatura", *Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Doc. No. 26,* Universidad Complutense de Madrid, Madrid. Consultado en noviembre de 2011: http://eprints.ucm.es/6759/1/26-01.pdf?origin=publication_detail

Nelson, R. (Ed.) (1993): "National Systems of Innovation: A Comparative Study", *Oxford University Press,* Oxford.

----------; Nelson, K. (2002): "Technology, institutions and innovation systems", R*esearch Policy*, Volume 31, Issue 2, pp 265-272.

Noveli, M.; Segato, A. P. (1996): "Processo de Cooperação Universidade-empresa para a Inovação Tecnológica em um Parque Tecnológico: evidências empíricas e proposição de um modelo conceitual", *Revista de Administração e Inovação, Vol. 9, No.1,* São Paulo. Consultado em enero de 2013: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=97323672006

OCDE (2014): "Colombia: La implementación del buen gobierno", *OCDE Publishing, http://dx.doi.org/10.1787/9789264202351.es*

OCyT (2014): "Indicadores producidos por Colciencias - datos años 2004 a 2013", en OCyT "Indicadores de Ciencia y Tecnología 2014", *1ª. Edición, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, Cap. 3.1, Pp. 67-100,* Bogotá.

Oliver, C. (1990): "Determinants of Interorganizational Relationships: Integration and Future Directions", *Academy of Management Review, Vol.15, No. 2, Pp. 241-65.*

O'Toole, L. J., Jr. (1997): "Implementing Public Innovation in Network Settings", *Administration & Society, Vol. 29, Pp. 115-138.*

Pacey, A. (1983): "The Culture of Technology", Cambridge: *MIT Press, pp.1-12.*

Patton, M. Q. (1987): “How to Use Qualitative Methods in Evaluation”, en: C. Sandoval (1996): “Investigación Cualitativa”, *Editorial del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior*, Pp. 111-128, Bogotá.

Pavitt, K. (1984): Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy, Research Policy, 13, pp. 343-373. En Lundvall (2007).

Pérez M., C. & Vinck, D. (2008): “El rol de la comunicación en la co-construcción de conocimiento y de redes de vinculación y transferencia en nanotecnología”, *IIIS, 3er. Simposium Internacional en Comunicación del Conocimiento y Conferencias, Pp. 250-255,* Orlando, Fl.

---------- (2009): “Redes sociotécnicas de cogestión de conocimiento en nanotecnologías en Colombia: ¿Entre la visibilidad internacional y la apropiación local?”, *Redes, Vol. 15, No. 29, Pp. 113-137,* Buenos Aires.

---------- (2012): “Las nanociencias y nanotecnologías en Colombia: desarrollos de colaboración intranacional e internacional”, en G. Foladori et al: *Perspectivas sobre el desarrollo de las nanotecnologías en América Latina, Pp. 101-126,* México.

Pérez M., C. (2010): “Algunas Nociones sobre Redes”, en L. C. Torres (Coord.), *Redes, Pp. 3-8, Universidad Nacional de Colombia.*

---------- (2013): “Gestión de Conocimiento Interorganizacional. El caso de las nanotecnologías”, Tesis- Universidad De Los Andes, Universidad de Grenoble.

Pfeffer, J.; Salancik, G. R. (1978): "Usefulness of the Concept", en Goodman & Pennings (Eds): "New Perspectives on Organizational Effectiveness", Pp. 132-145, Jossey Bass, San Francisco.

Pinch, T.; Bijker, W. E. (1984): “The Social Construction of Facts and Artifacts: or how the Sociology of Science and Sociology of Technology might benefit each other”. *Social Studies of Science, Vol. 14, pp. 399-441.*

Plonski, G. A. (1994): “Cooperação universidade-empresa na Ibero-América: estágio atual e perspectivas” (Ponencia en Simposio de Gestão da Inovação Tecnológica, São Paulo, octubre-1994), *Revista de Administração da Universidade de São Paulo, v.30, n.2, Pp. 65-74,* São Paulo.

---------- (1999): “Cooperação universidade-empresa: um desafio gerencial

complexo”. *Revista de Administração da Universidade de São Paulo*, v. 34, n. 4, p. 5-12, São Paulo.

Podolny, J.M.; Stuart, T. E. (1995): “A Role-Based Ecology of Technological Change”, *American Journal of Sociology, Vol. 100, No. 5, Pp. 1224-1260,* University of Chicago Press.

----------; Page, K. L. (1998): “Network Forms of Organization”, *Annual Review of Sociology, Vol. 24, Pp. 57-76,Stanford University.*

Porter, M. (1982): “Estrategia Competitiva: técnicas para los sectores industriales y de la competencia”, *Continental,* México.

---------- (1998): “Clusters and new economics of competition”, *Harvard Business Review, Pp. 77-90,* Boston.

Powell, W., Koput, K. W., & Smith-Doerr, L. (1996): “Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology”, *Administrative Science Quarterly, Vol. 41, No. 1, Pp. 116-145*.

Price, J. L. (1972): "The Study of Organizatiional Effectiveness", *Sociological Quarterly, Vol. 13, Pp. 3-15.*

---------- (1986): "Organizational Effectiveness: An Inventory of Propositions, *Irwin,* Homewood, Ill.

Provan, K.; Millward, H. B. (1995): “A Preliminary Theory of Organizational Network Effectiveness: A Comparative Study of Four Community Mental Health Systems”, *Administrative Science Quarterly, Vol. 40, No. 1, Pp. 1-33, Cornell University.*

---------- (2001): "Do Networks Really Work? A Framework for Evaluating Public-Sector Organizational Networks", *Vo. 61, No. 4, Pp. 414-424.*

Provan, K. ; Sebastian, J. (1998): "Networks Within Networks: Service Link Overlap, Organizational Cliques, and Network Effectiveness", *Academy of Management Journal, Vol. 41, No. 4, Pp. 453-463.*

---------- ; Fish, A. (2007): "Interorganizational Networks at the Network Level: A Review of the Empirical Literature on Whole Networks", *Journal of Management, Vol. 33, No.3, Pp. 479-516.*

----------; Kenis, P. (2008): "Modes of Governance: Structure, Management, and Effectiveness", *Journal of Public Administration Research and Theory.*

Pyka, A. (1999): "Innovation Networks in Economics. From the Incentive- based to the Knowledge-based approaches", *SEIN-Working Paper, No. 1.*

Raab, J.; Suijkerbuijk, S. (2009): "Heading towards a network theory of effectiveness. A replication with set-theoretic extension of Provan and Milward (1995)", Ponencia en el XXIX Sunbelt Conference, San Diego, CA.

Raab, J. et al (2013): "Combining Structure, Governance, and Context: A Configurational Approach to Network Effectiveness", *Journal of Public Administration Research and Theory.*

Restrepo C., Jaime (2012): "Informe Final de la Administración 2010-2012" -Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias. Consultado en: mayo de 2013: http://www.colciencias.gov.co/ckfinder/userfiles/files/Informe_de_gesti%C3%B3n_Jaime_restrepo_cuartas.pdf

Robbins, S. (1990): "Organization Theory: Structure, Design, and Applications", *Prentice-Hall.*

Rothwell, R. (1977): "The characteristics of successful innovators and technically progressive firms", R&D Management, 7(3), pp. 191-206., en Lundvall (2007).

Sábato, J. A; Botana, N. (1978): "La Ciencia y la Tecnología en el Desarrollo futuro de América Latina", *Revista de Integración, No. 3,* Buenos Aires.

Santelices, B. (2010): "El rol de las universidades en el desarrollo científico y tecnológico", en: Informe 2010 sobre Educación Superior en Iberoamérica, *CINDA – Universia*, Santiago de Chile

Santú, R. (2001): "Acerca de qué es y no es Investigación Científica en Ciencias Sociales", en Catalina Wainerman y Ruth Santú (2001): "La Trastienda de la Investigación", Ediciones Lumiere, 3ª edición.

Sanz, L. (2001): "Indicadores Relacionales y Redes Sociales en el Estudio de los Efectos de las Políticas de Ciencia y Tecnología", *Spanish Policy Research in Innovation & Technology, Tarining & Educatiion - SPRITTE, Document 01-09.*

Savoie, A.; Morin, E. (2001): "Devéloppments Récents dans les Représentations de l'Efficacité Organisationnelle", *Psychologica, No. 27,* en Gonçalves, J. A. (2006): "Impacto do Planeamento Estratégico na Eficácia Organizacional das Instituições Portuguesas de Ensino Superior Agrário", *TESIS de Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro*.

Shane, S. (2004): "Academic Entrepreneurship: University spinoffs and Wealth creation". Consultado en enero de 2014: http://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=yB_SiqnczbQC&oi=fnd&pg=PR9&dq=shane+academic+entrepreneur&ots=yiLDO0EEpK&sig=FTxqKqJiwB71PcYuzklTQm271ms

Singleton, V. & Michael, M. (1993): "Actor-Networks and Ambivalence: General Practitioners in the UK Cervical Screening Programme", *Social Studies of Science, 23, pp.227-264.*

Schumpeter, J. (1978): "Teoría del Desenvolvimiento Económico", *Fondo de Cultura Económica*, México.

---------- (1996): "Capitalismo, socialismo y democracia. T.I, Ediciones Folio, Barcelona.

Steers, R. M. (1975): "Problems in the Measurement of Organizational Effectiveness", *Administrative Science Quaterly, Vol. 20, Pp. 546-558.*

---------- (1977): "Organizational Effectiveness: a behavioral view", *Administrative Science Quaterly, Vol. 22, Pp. 204-218.*

Tatnall, A. (1999): "Actor-Network Theory and Information Systems Research", *10th Australasian Conference on Information Systems, Victoria University of Wellington.*

---------- (2000): "Innovation and Change in the Information Systems Curriculum of an Australian University: a Socio-technical Perspective", *PhD Thesis, Education Rockhampton, Central Queensland University.*

---------- (2001): "Adoption of Information Technology by Small Business - Two Different Approaches to Modelling Innovation. Managing Information Technology in a Global Economy", *Idea Group Publishing*, Toronto.

Thorelli, H. B. (1986): "Networks: Between Markets and Hierarchies", *Strategic Management Journal, Vol. 7, No. 1, Pp. 37-51.*

Tsui, A. (1990): "A Multiple-constituency Model of Effectiveness: An empirical examination at the human resource subunit level", *Administrative Science Quaterly, Vol. 35, Pp. 458-483.*

Turrini, A. et al (2010): "Networking Literature About Determinants of Network Effectiveness", *Public Administration Vol. 88, No. 2, Pp.528-550.*

Uzzi, B. (1997): "Social Structure and Competition in Interfirm Networks: the paradox of embeddedness", *Administrative Science Quarterly, Vol. 42, No. 1, Pp. 35-67.*

Van de Ven, A. H., & Walker, G. (1984): "The dynamics of interorganizational coordination", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 29: 598-621.

----------; Ring, P. S. (1994): "Developmental Processes of Cooperative Interorganizational Relationships", *Academy of Management Review, Vol. 19, No. 1, Pp. 90-118.*

Wagner, C.; Leydesdorff, L. (2005): “Network Structure, Self-Organization, and the Growth of International Collaboration in Science”, *Research Policy, Vol. 34, No. 10, Pp. 1608-1618*

Yin, R. (1994): “Case Study Research: Design and Methods”, en Applied Social Research Methods Series, Vol. 5, *Sage Publications*, Thousand Oaks, CA.

--------- (2003): “Applications of Case Study Research”, *2da. Edición, SAGE Publications*, Thousand Oaks, CA.

Zammuto, R. F. (1982): " Assessing Organizational Effectiveness: Systems, change, adaptation, and strategy", *SUNY Press*, Albany, N. Y.

---------- (1984): "A Comparison of Multiple Constituency Models of Organizational Effectiveness", *Academy of Management Review, Vol. 9, No. 4, Pp. 606-616.*

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTADO DE FIGURAS

1. Principales componentes de la disertación 26
2. Modelo lineal del proceso de innovación tecnológica 44
3. Esquema del modelo de Triángulo de Sábato 57
4. Esquema el modelo de Triple Hélice III 59
5. Relaciones entre aprendizaje interactivo e innovación 65
6. Modelo primario de efectividad de la red interorganizacional 91
7. Ilustración de la configuración estructural o de integración de una red cerrada: vínculos directos, indirectos y nivel de conectividad 97
8. Ilustración de la configuración estructural o de integración de una red abierta: vínculos directos, indirectos y nivel de conectividad 99
9. Esquema general de la propuesta de modelo teórico de efectividad de la red de innovación tecnológica 131
10. Propuesta de modelo práctico de relaciones causales de la efecto-vidad de la red de innovación tecnológica 162
11. Identificación del modelo base de efectividad 245
12. Identificación de Submodelo 1 323
13. Identificación de Submodelo 2 325
14. Identificación del Submodelo 3 327
15. Identificación del Modelo global 1 329
16. Identificación del Modelo global 2 331
17. Identificación del Modelo global 3 333
18. Identificación de modelo global 4 251

LISTADO DE CUADROS

1. Caracterización de las relaciones interorganizacionales 32
2. Tipología de investigación sobre redes interorganizacionales 35
3. Caracterización de los procesos de cooperación universidad-empresa 61
   Motivaciones, Facilitadores y Barreras en la Relación universidad-empresa 62
4. Criterios primarios de efectividad organizacional 72
5. Paradigma económico o racional de eficacia organizacional 78
6. Modelo sistémico de eficacia organizacional 79
7. Dimensión ecológica de la eficacia organizacional 82
8. Dimensional Psicosocial de la eficacia organizacional 84
9. Dimensión política de la eficacia organizacional 86
10. Resumen de propuestas teóricas y enfoques teóricos desde donde se han originado 127
11. Operacionalización de las variables del estudio 167
12. Hipótesis de la investigación y su correspondencia con las proposiciones teóricas del estudio 172
13. Centros de investigación de excelencia avalados por Colciencias 193
14. Verificación de las hipótesis de la investigación a partir de ecuaciones estructurales 254

LISTADO DE TABLAS

1. Escuelas de ingeniería a las que pertenecen los grupos de investigación de la muestra 236
2. Universidades a las que pertenecen los grupos de investigación de la Muestra 236
3. Estadística descriptiva de las variables observadas de efectividad 239
4. Ecuaciones del modelo de medida para variables observables 242
5. Ecuaciones del modelo estructural 244
6. Ecuaciones lineales del modelo global 3 249
7. Ecuaciones lineales del modelo global 4 252

ÍNDICE DE APÉNDICES Y ANEXOS DEL ESTUDIO

APÉNDICE A: ENTREVISTAS A PROFUNDIDAD

AP-A-1. Carta de UAO para estancia de investigación

AP-A-2. Guion general de las entrevistas a expertos

AP-A-3. Lista de informantes calificados como expertos

AP-A-4. Modelo de carta de agradecimiento a expertos

APÉNDICE B: CUESTIONARIO E INFORMACIÓN DE REDES SOCIO-TÉCNICAS DEL ESTUDIO

AP-B-1. Modelo de solicitud de colaboración (vía Email) a informantes-líderes/coordinadores de redes socio-técnicas

AP-B-2. Presentación y modelo de cuestionario para actores de la red de innovación tecnológica

AP-B-3. CASO: BOGOTÁ- Calidad de Vida con Conocimiento: listado de redes socio-técnicas con información de respondientes, denominación del grupo de investigación y localidad universitaria

AP-B-4. CASO: CALI- Ciudad Inteligente: listado de redes socio-técnicas con información de respondientes, denominación del grupo de investigación y localidad universitaria

AP-B-5. CASO: MEDELLÍN- Distrito Tecnológico: listado de redes socio-técnicas con información de respondientes, denominación del grupo de investigación y localidad universitaria

APÉNDICE C: EL MODELO DE EFECTIVIDAD CON BASE EN LAS ESTADÍSTICAS DEL MODELO DE ECUACIONES ESTRUCTURALES

AP-C-1. Matriz de correlaciones de datos observados

AP-C.2 Modelización SEM Modelo teórico de base

AP-C.3. Identificación SUBMODELO 1 -SEM

AP-C.4. Identificación SUBMODELO 2 -SEM

AP-C.5. Identificación SUBMODELO 3 -SEM

AP-C.6. Identificación MODELO GLOBAL 1 -SEM

AP-C.7. Identificación MODELO GLOBAL 2 -SEM

AP-C.8. Identificación MODELO GLOBAL 3 -SEM

AP-C.9. identificación MODELO GLOBAL 4 -SEM

ANEXO 1. GITEM - Proceso para obtención de tableros aglomerado para la fabricación de carretes para empaque de cables

ANEXO 2. COLCIENCIAS: TIPOLOGÍA DE PRODUCTOS RESULTADOS DE LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN

ANEXO 3. COLCIENCIAS: INSTRUMENTOS PÚBLICOS DE FOMENTO A LA INNOVACIÓN

APÉNDICE A: ENTREVISTAS A PROFUNDIDAD

AP-A-1. GUIÓN GENERAL DE LAS ENTREVISTAS A EXPERTOS

Introducción

Acotaciones sobre el proyecto de investigación de la tesis doctoral

Objetivo de la entrevista: Profundizar en el esquema de sistema nacional y regional de innovación en Colombia y de los relacionamientos entre la universidad, el sector industrial y de servicios y el Estado colombiano en el ámbito de la innovación tecnológica.

Temas, en general, tratados en las entrevistas

Aspectos de las políticas regionales en materia de desarrollo de la tecnología y la innovación y los mecanismos de participación universidad-empresa

Como describe su rol frente a las demás entidades con las cuales está ligado dentro de la red interorganizacional (otros miembros y los elementos materiales y técnicos involucrados en la innovación tecnológica); cómo se lleva a cabo las adhesiones de actores diversos

De qué manera se logra el involucramiento y la participación activa de los actores de la red, en su conjunto

Describa las relaciones con las diferentes entidades dentro de la red socio-técnica, desde su propio rol de actante del desarrollo tecnológico

Describa su apreciación acerca de lo qué es la innovación, como proceso y como resultado

Principales dificultades y aprendizajes en las relaciones al interior del Grupo de investigación / a nivel institucional

Mecanismos de gestión de los resultados innovativos de los Grupo de investigación

Gobernabilidad de los Grupos a nivel de red interorganizacional

Dinámica de trabajo del grupo de investigación

Disponibilidad y gestión de los recursos para la innovación

Cultura de innovación vs Capacidad de innovación

Éxito / fracaso de los esfuerzos de innovación atribuibles a las relaciones reticulares a nivel de actores individuales y colectivos

AP-A-2. LISTA DE INFORMANTES CALIFICADOS COMO EXPERTOS

1	. Iván Montenegro Trujillo - DDTI Colciencias	Asesor de la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Innovación de Colciencias - imontenegro@colciencias.gov.co (Bogotá)
2	Juan Carlos Moya Gutiérrez - MAPS	Gerente de Medio Ambiente y Programas Sociales de TETRAPAK NORTE ANDINA (Bogotá)
3	Leonardo Juan Ramírez - DDTI	Director División de Desarrollo Tecnológico e Innovación y Director Grupo de Investigación en Telemedicina - Universidad Militar Nueva Granada - leonardo.ramirez@umng.edu.co (Bogotá)
4	Álvaro Quintero Posada- PIGI -HGM	Director Programa de Investigaciones y Gestión de la Innovación del Hospital General de Medellín; Director de Docencia y Servicio de la Universidad CES; Asistente Planeación de la Universidad de Antioquia - aqp1961@gmail.com (Medellín)
5	Robinson Alberto Torres Villa- PIB-EIA	Consejero Investigador de Colciencias; Director del Programa Ingeniería Biomédica (Convenio EIA-CES); Co-director del Grupo de Investigación GITEM- EIA - pfrotor@eia.edu.co (Medellín)
6	Andrés Navarro Cadavid- DTIC	Consejero Investigador Programa ETI-Colciencias; Director Grupo de Investigación I2T-Universidad ICESI (Dpto. Tecnologías de Información y Comunicación) - anavarro@icesi.edu.co - (Cali)
7	Eduardo Baena Lorza - INNOPACK	Gerente General INNOPACK, SAS - Proyecto COLCIENCIAS: "DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA FABRICAR CARRETES PARA EMPAQUE DE CABLES, UTILIZANDO COMO MATERIA PRIMA TETRA PAK DE ORIGEN POST-INDUSTRIAL Y POST-CONSUMO EN SUSTITUCIÓN DE MADERA DE BOSQUE NATIVO" - innopack@une.net.co - (Cali)
8	Magdalena Urhan Rojas- IDT-UAO	Directora de Investigación y Desarrollo Tecnológico-VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIONES - Universidad Autónoma de Occidente - murhan@uao.edu.co - (Cali)
9	Rodrigo Velasco Lloreda - ANDI-Valle	Presidente Asociación Nacional de Industrias - ANDI-Capítulo VALLE - hasta agosto/2013 - (Cali)
10	Patricia Guerrero Sánchez - OTRI. Univalle	Directora Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación-VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIONES - Universidad Del Valle - Coordinadora RUPI-V patricia.guerrero@correounivalle.edu.co - (Cali)
11	Ruby Mejía de Gutiérrez - PPIM. Univalle	Directora Grupo de Investigación MATERIALES COMPUESTOS, Directora Programas Posgrado (Maestría y Doctorado) en Ingeniería de Materiales - Universidad Del Valle - rubi.mejia@correounivalle.edu.co - (Cali)
12	José Jaime García Álvarez - GBIO Univalle	Director Grupo de Investigación BIOMECÁNICA. Director Escuela de Ingeniería Civil y Geomática - Universidad Del Valle - jose.garcia@correounivalle.edu.co - (Cali)
13	Miguel Ángel Hidalgo Salazar - GITEM.UAO	Director Grupo de Investigación TECNOLOGÍAS PARA LA MANUFACTURA-GITEM - Universidad Autónoma de Occidente - mahidalgo@uao.edu.co - (Cali)

AP-A-3. MODELO DE CARTA DE AGRADECIMIENTO A EXPERTOS

---

a) Carta de agradecimiento a Informantes calificados como “Experto”

Doctor(a):
Nombre ……
Cargo ……..
Organización ……
Apreciada Doctora XXXXXXXX:

El terreno de la investigación empírica del proyecto de tesis sobre LA EFECTIVIDAD DE LA RED SOCIOTÉCNICA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, del Programa de Doctorado en Administración de la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, se lo ha enmarcado dentro del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia y bajo el esquema: Universidad-Empresa-Estado-Sociedad (U-E-E-S).

En este marco, en su momento, Usted, de la manera más gentil, nos concedió una entrevista cara a cara sobre aspectos institucionales y de operación del Sistema Nacional y Regional de Innovación en Colombia y, específicamente, en la Región XXXXXXXXX, así como sobre el rol de la universidad, de la empresa y de la sociedad, en general, dentro de este sistema.

Para nuestra tesis, sus impresiones y reflexiones constituyeron un recurso de alto valor para la conformación de las variables categóricas del modelo de efectividad que proponemos en el mencionado trabajo de tesis doctoral.

Por esta razón, nos sentimos honrados de haber contado con su participación, en calidad de “entrevistado-experto”, y aprovechamos la ocasión para manifestarle nuestro agradecimiento y sentimiento de más alta consideración y estima.

Atentamente,

Carmen Cecilia Daza Villadiego
Profesora del Área de Innovación y Productividad -FCAC
Pontificia Universidad Católica del Ecuador
cdazav@puce.edu.ec
PBX 593 2 2991700, Ext. 1197, 1561
Tel. 593 9 99720589

b) Email de agradecimiento a Experto, quien a la vez funge de Respondiente del Cuestionario de la Investigación

De: DAZA VILLADIEGO CARMEN CECILIA
Enviado: Fecha y Hora
Para: 'Nombre del Informante experto
Asunto: C.DAZA Cuestionario TESIS DOCTORAL-Ecuador

Doctor(a):
XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXX
Director Grupo de Investigación: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Universidad XXXXXX

El terreno de la investigación empírica del proyecto de tesis sobre LA EFECTIVIDAD DE LA RED SOCIO-TÉCNICA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, del Programa de Doctorado en Administración de la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, se lo ha enmarcado dentro del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia y bajo el esquema: Universidad-Empresa-Estado-Sociedad (U-E-E-S).

En este marco, en su momento, Usted, de la manera más gentil, nos concedió una entrevista sobre la dinámica de trabajo, problemas y retos que debe enfrentar la red que el Grupo de investigación configura en torno a la generación de una innovación tecnológica, dentro del Sistema Nacional y Regional de Innovación en Colombia.

Para nuestra tesis, sus impresiones y reflexiones constituyeron un recurso de alto valor para la conformación de las variables categóricas del modelo de efectividad que proponemos en el mencionado trabajo de tesis doctoral. Por esta razón, nos sentimos honrados de haber contado con su participación, en calidad de "entrevistado-experto", y aprovechamos la ocasión para manifestar le nuestro agradecimiento y sentimiento de más alta consideración y estima.

Adicionalmente, nos sentiríamos honrados que, en su calidad de líder de grupo/línea de investigación en innovación tecnológica cumplimentase el Cuestionario adjunto y, por su intermedio, lo cumpliesen otros distinguidos profesores y profesoras investigadoras que hayan participado como actores en la generación de innovación tecnológica. El principal objetivo del cuestionario es la valoración de un conjunto de factores que pudieran ser determinantes de la efectividad de la red socio-técnica, en materia de innovación tecnológica.

En la presentación del Cuestionario, se puede apreciar información básica relacionada con el proyecto de tesis doctoral, los datos e instrucciones para cumplimentarlo y la forma de envío.

De antemano, agradecemos a usted y a las y los profesionales informantes por su tiempo y colaboración, sin los cuales no podría concluirse esta investigación.

Atentamente,

Carmen Cecilia Daza Villadiego
Profesora del Área de Innovación y Productividad -FCAC
Pontificia Universidad Católica del Ecuador - www.puce.edu.ec
cdazav@puce.edu.ec PBX 593 2 2991700, Ext. 1197, 1561

APÉNDICE B:
CUESTIONARIO E INFORMACIÓN DE REDES SOCIO-TÉCNICAS DEL ESTUDIO

AP-B-1. MODELO DE SOLICITUD DE COLABORACIÓN (VÍA EMAIL) A INFORMANTES-LÍDERES/COORDINADORES DE REDES SOCIO-TÉCNICAS

De: DAZA VILLADIEGO CARMEN CECILIA
Enviado: Fecha y Hora
Para: 'Nombre del Investigador, Líder/Director'
Asunto: C.DAZA Cuestionario TESIS DOCTORAL-Ecuador

Doctor(a):
XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXX
Director Grupo de Investigación: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Universidad XXXXXX

Mucho gusto, Doctor(a) XXXXXXXXXXXXXXXXXX:

Primeramente, le ruego disculparnos por esta interrupción, teniendo en cuenta las limitaciones en tiempo de la actividad académica comprometida con la Universidad.

Soy Carmen Daza, profesora de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, en Quito-Ecuador. Me encuentro desarrollando una investigación, que trata sobre la propuesta de un modelo de EFECTIVIDAD DE LA RED SOCIO-TÉCNICA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA. El terreno de indagación se lo ha enmarcado dentro del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia y bajo el esquema de red: Universidad-Empresa-Estado-Sociedad (U-E-E-S), aplicado a un grupo muy selecto de investigadores de universidades destacadas en el país en materia de innovación tecnológica.

En este sentido, su brillante trayectoria académica y profesional, su liderazgo al frente del GRUPO XXXXX y los desarrollos tecnológicos alcanzados, constituyen un recurso de alto valor para la validación de las variables categóricas del modelo de efectividad que proponemos en el mencionado trabajo de tesis. Es así que, nos sentiríamos muy honrados de contar con su colaboración, en la cumplimentación del Cuestionario, que recoge aspectos de la dinámica de la red socio-técnica que se configura en torno a la generación de una específica innovación tecnológica, desde una visión constructivista social de la tecnología y de la innovación.

Nuevamente, presentamos a usted nuestras disculpas; sin embargo, confiados en el sentido de colaboración entre universidades de países hermanos, nos atrevemos a adjuntar el formato del Cuestionario, esperando contar con su invalorable aporte y contribución.

Los datos básicos de la investigación son:

Programa / Tutoría	DOCTORADO EN ADMINISTRACIÓN Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador -www.uasb.edu.ec	Fernando López Parra, PhD PBX: 593 2 3228080, Ext 1701; fernando.lopez@uasb.edu.ec
Disertación / Investigadora:	"Modelo de Efectividad de la Red de Innovación Tecnológica. Una visión desde el Constructivismo Social en Tecnología"	Carmen Cecilia Daza Villadiego cdazav@puce.edu.ec Profesora PUCE - Pontificia Universidad Católica del Ecuador - FCAC www.puce.edu.ec

Objetivo general:	Determinar un conjunto de factores sociales y naturales o técnicos, que permita estructurar un modelo conceptual de efectividad, a partir del cual es posible explicar la configuración y la dinámica de relacionamientos socio-técnicos que fortalecen los procesos de innovación tecnológica en las organizaciones.

En la presentación del Cuestionario se pueden apreciar los datos e instrucciones para cumplimentarlo y la forma de envío.

De antemano, agradecemos por su tiempo y colaboración, sin los cuales no podría concluirse esta investigación.

Atentamente,

Carmen Cecilia Daza Villadiego
Profesora del Área de Innovación y Productividad -FCAC
Pontificia Universidad Católica del Ecuador
cdazav@puce.edu.ec
PBX 593 2 2991700, Ext. 1197, 1561
Tel. 593 9 99720589

AP-B-2. PRESENTACIÓN DEL CUESTIONARIO

B-2.1 MODELO DE CUESTIONARIO
PARA ACTORES DE LA RED DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

UNIVERSIDAD ANDINA SIMON BOLIVAR

CUESTIONARIO PARA ACTORES DE LA RED DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

El proyecto de tesis doctoral sobre la EFECTIVIDAD DE LA RED SOCIOTÉCNICA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA pretende generar un modelo de efectividad de la red (la *red socio-técnica*) que se construye mediante procesos de traducción, compuesta a su vez por elementos sociales y organizacionales y por los objetos físicos y técnicos, los cuales se conectan mutuamente durante un cierto período, en torno a la generación de una innovación.

El contenido del cuestionario lo hemos confiado, exclusivamente, a ***actores de la Red*** (profesores investigadores y directores de investigación) que han liderado procesos de desarrollo e innovación tecnológica en el marco del proyecto institucional de Grupos de Investigación en Categorías A de Colciencias.

El ***propósito del cuestionario*** es recabar y consolidar las valoraciones de un conjunto de factores, que pudieran ser determinantes de "la efectividad de la red socio-técnica", en materia de innovación tecnológica.

El cuestionario consta de 5 Partes y 28 aspectos a valorar; su confidencialidad será guardada, ya que las valoraciones recabadas se procesarán de manera anónima y serán analizadas de forma agregada.

Teniendo en cuenta su experiencia en innovación tecnológica, participando en proyectos de investigación bajo el esquema de **red U-E-E-S** (universidad-empresa-estado-sociedad), de la manera más respetuosa solicitamos su valiosa colaboración en la cumplimentación del siguiente cuestionario, el cual constituye un recurso altamente significativo de la investigación empírica del proyecto de tesis, en mención.

De usted requerirlo, estaremos gustosos de enviarle un resumen del análisis del presente cuestionario; o si usted requiere información adicional o si surge cualquier interrogante, no dude en contactarnos.

Agradecemos altamente por el tiempo dedicado a la cumplimentación del cuestionario; sin su valiosa colaboración no podría concluirse esta investigación.

PARTE A

A. Indique su grado de acuerdo con las siguientes expresiones que describen una visión social y técnica, simultánea, de los procesos tecnológicos.		Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Muy de acuerdo
		1	2	3	4	5
A1	Los objetos físicos científicamente construidos (*materiales,* prototipos, *artefactos, equipos, dispositivos y procesos técnicos*) siempre incorporan y reflejan aspectos sociales					
A2	En el diseño y elaboración técnica de los objetos físicos, confluye, de manera contingente, un amplio rango de elementos sociales, de información y de procesos físicos y naturales, lo que significa que la forma y contenido de dichos objetos podrían haber sido de otra manera					
A3	La adopción de objetos físicos puede darse al margen de la calidad de sus características propiamente técnicas (*incluso, pueden darse usos muy distintos de los originalmente diseñados*)					
A4	El aparecimiento de un punto de vista o de interpretación sobre el objeto físico acontece en el tiempo; transcurrido el cual, es posible comprobar de forma categórica la efectividad de su transferencia, adopción y uso					

PARTE B

B. El proceso de adhesiones a la red se intensifica a medida que los diversos actores o agentes se van incorporando de forma directa o indirecta, con vínculos o lazos de interacción de distinta solidez y permanencia. De acuerdo con su experiencia, califique los distintos esfuerzos de interacción que inciden positivamente en la efectividad de los procesos innovativos de la Red		Muy baja incidencia	Baja incidencia	Moderada incidencia	Alta incidencia	Muy alta incidencia	NS / NC
		1	2	3	4	5	
B1	Las interacciones con ***estudiantes, en formación*** de maestrías y doctorados, a través de trabajos de investigación con apoyo directo a los desarrollos tecnológicos del Grupo						
B2	Las interacciones multilaterales con ***redes académicas*** locales o foráneas, en el ámbito de la actividad investigativa de carácter científico y tecnológico						
B3	Las interacciones intermitentes con el ***sector empresarial***, a través de eventos académicos que amplíen el conocimiento sobre problemas reales de este sector						
B4	Las interacciones intermitentes con actores o						

	líderes comunitarios que permitan identificar problemas y necesidades, con soluciones tecnológicas viables dentro del campo de actividad científica de la red en su conjunto						
B5	Las interacciones intermitentes con entidades del ***sector educativo***, de intercambio de información, en la búsqueda y solución de sus requerimientos tecnológicos						
B6	Las interacciones intermitentes con ***entidades artísticas y culturales*** que permiten identificar oportunidades de desarrollos tecnológicos en esos campos						
B7	Las interacciones bilaterales o asociaciones con agencias de prestación de ***servicios comunitarios*** para desarrollos tecnológicos conjuntos o contratados						
B8	Las interacciones bilaterales con las agencias o empresas que soportan actividades de ***distribución y/o comercialización*** en los mercados de consumo						
B9	Las asociaciones con las empresas que soportan los ***procesos de transformación técnica*** para desarrollos tecnológicos innovativos conjuntos						
B10	Las interacciones bilaterales con entidades públicas o privadas con las cuales ***se contrata*** la producción total o de partes de la innovación tecnológica generada por la red						
B11	Los ***vínculos indirectos***, que se dan a través de los asociados de los socios directos de la red. Estas vinculaciones indirectas podrían proporcionar acceso a flujos de información, requerimientos de innovación y conocimiento tecnológico, provenientes de dichos socios						

NS = No sé NC = No conozco

PARTE C

C. En relación a la *disponibilidad de recursos* de fuentes diversas externas a la red, a través de los esfuerzos de interacción, califique el nivel de incidencia que tendrían estos recursos sobre los resultados investigativos de la red en materia de innovación tecnológica		Muy baja incidencia	Baja incidencia	Moderada incidencia	Alta incidencia	Muy alta incidencia
		1	2	3	4	5
C1	La cooperación unilateral con agencias del Gobierno que proporcionan asesoría técnica y otorgan recursos financieros para el desarrollo de investigaciones de ciencia y tecnología, que puedan incluir la compra o adquisición de equipo tecnológico y la contratación y formación de personal de investigación, en el marco de las convocatorias públicas de programas nacionales y regionales de C, T e I					
C2	La cooperación unilateral con órganos del Estado y entidades financieras, públicas o privadas, que otorgan exenciones o recursos financieros para las actividades técnicas que se dan dentro del campus universitario o de laboratorios empresariales, en condiciones preferentes o sin reembolso					
C3	La cooperación unilateral con empresas o emprendedores que actúan como patrocinadores, dando apoyo unilateral a la actividad tecnológica, sin percibir una recompensa explícita a cambio					
C4	La cooperación bilateral entre los órganos de diferentes universidades y centros de investigación, para compartir recursos tecnológicos, y el intercambio de información y de investigadores					

PARTE D

D. Indique su grado de acuerdo en relación a las siguientes circunstancias en torno al *funcionamiento de la red* en la generación de innovación tecnológica para el desarrollo socio-económico local y global		Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Muy de acuerdo
		1	2	3	4	5
D1	Cierto grado de centralización y de estabilidad del *Sistema de innovación*, nacional, regional o local, es necesario para encauzar los proyectos de investigación científica hacia el logro de resultados de innovación en materia de desarrollo económico y social					
D2	Las normas o procedimientos del Sistema, en materia de innovación tecnológica, podrían retrasar los flujos de información hacia el sector productivo, lo que está reñido con la urgencia de la actividad empresarial para acceder de manera anticipada al mercado de consumo de bienes y/o de servicios					
D3	Los métodos tradicionales de la coordinación y el control no necesariamente garantizan la estabilidad y buen funcionamiento de la red, mas sí los mecanismos que generan confianza, compromiso y reputación de grupo					
D4	La integración de la red, más que basarse en las relaciones contractuales, se construye sobre la base de los intercambios que generan las relaciones interpersonales					
D5	El intercambio de nuevas informaciones, conocimientos y competencias, compartidos de manera formal e informal entre los actores de la red, genera un conocimiento tecnológico que está incrustado en las relaciones que estos mantienen entre sí					

PARTE E

E. Resultados de la red y gestión del conocimiento tecnológico generado. Califique el impacto y nivel de progreso de la innovación tecnológica y su apropiación, por parte de diferentes actores de la sociedad en su conjunto.		Muy bajo 1	Bajo 2	Mode rado 3	Alto 4	Muy alto 5	NS / NC
E1	En qué nivel considera usted que se ha dado la transferencia del nuevo conocimiento tecnológico (publicaciones y exposiciones en ferias y congresos) que soportan las innovaciones tecnológicas generadas en la red						
E2	En qué nivel considera usted que se ha dado la transferencia del conocimiento tecnológico al sector empresarial, para su producción y comercialización en el mercado nacional y global						
E3	En qué nivel considera usted que se hallan las capacidades innovativas en cuanto a la gestión del conocimiento tecnológico generado (registros de propiedad intelectual, desarrollos de procesos y productos a partir de innovaciones previas)						
E4	En qué nivel considera usted que se han generado las condiciones (actividades, de responsabilidad social, relacionadas con el desarrollo tecnológico y su utilización o consumo) para la apropiación, adopción o uso de los productos y procesos técnicos, por parte de la comunidad de usuarios o beneficiarios						

NS = No sé NC = No conozco

AGRADECEMOS EL ENVÍO DEL CUESTIONARIO CUMPLIMENTADO (Word o PDF) Y DE SUS REQUERIMIENTOS (DE HABERLOS) A LA SIGUIENTE DIRECCIÓN ELECTRÓNICA: cdazav@puce.edu.ec

AP-B-3. CASO: BOGOTÁ- Calidad de Vida con Conocimiento:
LISTADO DE REDES SOCIO-TÉCNICAS CON INFORMACIÓN DE RESPONDIENTES, DENOMINACIÓN DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN Y LOCALIDAD UNIVERSITARIA

INFORMANTE-1	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
Julio Esteban Colmenares Montáñez, PhD (*University Of London*) Director - Líder del Grupo; Director UNAL Sede Orinoquia; Vicerrector UNAL Sede Bogotá; Consejero Académico-Colciencias; Vicepresidente Sociedad Colombiana de Geotecnia	Grupo de Investigación: Suelos Residuales y Parcialmente Saturados	Universidad Nacional de Colombia UNAL - *Dpto. Ingeniería Civil*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS	
Año y mes de formación	2007 - 1
Departamento - Ciudad	Distrito Capital - Bogotá
Líder	Julio Esteban Colmenares Montañez
Página web	http://www.bogota.unal.edu.co/suelos/485
E-mail	geotecnia.residuales@gmail.com
Clasificación	A
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingeniería Civil
Programa nacional de ciencia y tecnología	Desarrollo Tecnológico e Innovación Industrial

Productos tecnológicos

1.- **Otro**: Placa de presión
Colombia, 2006, Placa de presión, Restringido, Prototipo para prueba presupuestal.
Autores: FERNANDO JOSE RODRIGUEZ MESA,

Prototipos

1.- Industrial : Sistema Mecánico para Force Feedback
Colombia, 2013, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora: TEE TECNOLOGÍA Y EDUCACIÓN EMBEBIDA SAS
Autores: FERNANDO JOSE RODRIGUEZ MESA,

2.- Industrial : Controlador de presión y volumen
Colombia, 2013, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora:
Autores: FERNANDO JOSE RODRIGUEZ MESA, IVAN HERNANDO MORENO, MARTHA GARCIA,

3.- Industrial : EQUIPO TRIAXIAL DE TRAYECTORIAS
Colombia, 2009, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora: Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá
Autores: JULIO ESTEBAN COLMENARES MONTANEZ,

INFORMANTE-2	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
Horacio Torres Sánchez, PhD (*Technische Universität Darmstadt*) Director - Líder del Grupo PAAS-UN; Profesor Titular y Emérito UNAL Sede Bogotá; Consejero Académico-Colciencias; Director Programas de Posgrado en Ingeniería Eléctrica UNAL; Director del Instituto de Ensayos e Investigación IEI-UNAL; Director del Comité de Investigaciones y Desarrollo Científico; Colaborador Científico del Instituto de Alta Tensión- Universidad Técnica de Darmstadt (Alemania)	Grupo de Investigación: Programa de Investigación Sobre Adquisición y Análisis de Señales PAAS-UN	Universidad Nacional de Colombia UNAL - *Dpto. Ingeniería Electrónica*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS	
Año y mes de formación	1993 - 1
Departamento - Ciudad	Distrito Capital - Bogotá
Líder	Horacio Torres Sánchez
Página web	http://www.paas.unal.edu.co
E-mail	proipaasfibog@unal.edu.co
Clasificación	B
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingenierías Eléctrica, Electrónica e Informática
Programa nacional de ciencia y tecnología (secundario)	Desarrollo Tecnológico e Innovación Industrial

Innovaciones en Procesos y Procedimientos

1.- **Innovación de proceso o procedimiento** : Implementación Estudio de protecciones contra descarga atmosférica Colombia, 2002, Disponibilidad: Restricta, Institución financiadora: BP Autores: HORACIO TORRES SANCHEZ, CAMILO YOUNES VELOSA, JAVIER GUSTAVO HERRERA MURCIA, JOHNY HERNAN MONTANA CHAPARRO, LUIS EDUARDO GALLEGO VEGA, ERNESTO PEREZ GONZALES, MAURICIO VARGAS LEZAMA,

2.- **Innovación de proceso o procedimiento** : Implementación estudio de protecciones contra descargas atmosféricas Colombia, 2002, Disponibilidad: Restricta, Institución financiadora: British Petroleum Autores: HORACIO TORRES SANCHEZ, CAMILO YOUNES VELOSA, ERNESTO PEREZ GONZALEZ, JAVIER GUSTAVO HERRERA MURCIA, FABIO MAURICIO VARGAS LEZAMA, JOHNY HERNAN MONTANA CHAPARRO, LUIS EDUARDO GALLEGO VEGA,

INFORMANTE-3	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
Jairo José Espinosa Oviedo, PhD (*Katholieke Universiteit Leuven*) Director - Líder del Grupo AUTOMÁTICA; Profesor Titular UNAL; Director de Investigaciones y Extensión- UNAL Sede Medellín	Grupo de Investigación: AUTOMÁTICA	Universidad Nacional de Colombia UNAL - *Dpto. Ingenierías Eléctrica y Electrónica*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS	
Año y mes de formación	2000 - 5
Departamento - Ciudad	Antioquia - Medellín
Líder	Jairo José Espinosa Oviedo
Página web	http://gaunal.unalmed.edu.co
E-mail	jjespino@unal.edu.co
Clasificación	A1
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingenierías Eléctrica, Electrónica e Informática
Programa nacional de ciencia y tecnología	Electrónica, Telecomunicaciones e Informática
Programa nacional de ciencia y tecnología (secundario)	Desarrollo Tecnológico e Innovación Industrial

Innovaciones en Procesos y Procedimientos

1.- **Innovación de proceso o procedimiento** : Estimación de la Producción de Petróleo en pozo que usan bombas basculantes Bélgica, 2004, Disponibilidad: Restricta, Institución financiadora: IPCOS-SHELL Autores: JAIRO JOSE ESPINOSA OVIEDO,

Otros productos tecnológicos

1.- **Otro** : Diseño de una Fuente de Onda Programable Colombia, 2006, Disponibilidad: Restricta, Nombre comercial: Institución financiadora: Universidad Nacional De Colombia Autores: RICHARD RIOS PATINO,

Prototipos

1.- **Industrial** : REACTOR TIPO PRENSA PARA LA PRODUCCION DE DIENTES ARTIFICIALES
Colombia, 2010, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora: Autores: ALEJANDRO MARQUEZ, JAIRO JOSE ESPINOSA OVIEDO,

INFORMANTES- 4, 5 y 6	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
Leonardo Juan Ramírez López, PhD (*Universidade Mogi Das Cruzes*) Director - Líder del Grupo TIGUM; Director División de Desarrollo Tecnológico e Innovación- UMNG; Profesor Titular- UMNG Ángela Marcela Mejía Fajardo, PhD (*Universidad De Los Andes*) Co-directora del Grupo TIGUM; Profesora Titular- UMNG; Directora Centro de Investigaciones Facultad Ingenierías- UMNG Dora María Ballesteros Larrotta, PhD (*Universitat Politècnica de Catalunya)* Co-directora del Grupo TIGUM; Profesora Titular- UMNG;	Grupo de Investigación en Telemedicina - TIGUM	Universidad Militar Nueva Granada - UMNG *Dpto. Ingeniería Electrónica - Telecomunicaciones*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS	
Año y mes de formación	2005 - 7
Departamento - Ciudad	Distrito Capital - Bogotá
Líder	Leonardo Juan Ramírez López
Página web	http://tigum.umng.edu.co/
E-mail	tigum@unimilitar.edu.co
Clasificación	B
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingeniería Médica
Programa nacional de ciencia y tecnología	Electrónica, Telecomunicaciones e Informática
Programa nacional de ciencia y tecnología (secundario)	Biotecnología

Líneas de investigación declaradas por el grupo

1.- Gestión hospitalaria

2.- Procesamiento de señales

3.- Tele-cardiología

4.- Telemetría

Prototipos

1.- **Industrial** : SISTEMA PARA DETECCIÓN DE PROPIEDADES DE ALIMENTOS, MEDICAMENTOS Y OBJETOS PARA EL CONTROL DE REACCIONES ALÉRGICAS Y DE SENSIBILIDAD EN PERSONAS Colombia, 2013, Disponibilidad: No restringido, Institución financiadora: Universidad Militar Nueva Granada - Unimilitar
Autores: NOEL GIOVANNI GONZALEZ PENUELA, ASTRID RUBIANO FONSECA,

2.- **Industrial** : SISTEMA PARA EL CONTROL DE USO VEHICULAR Colombia, 2013, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora: Universidad Militar Nueva Granada - Unimilitar
Autores: NOEL GIOVANNI GONZALEZ PENUELA, ASTRID RUBIANO FONSECA,

INFORMANTE -7	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
William Arnulfo Aperador Chaparro, PhD (*Universidad Del Valle*) Director - Líder del Grupo VOLTA; Profesor Titular-UMNG; Vicedecano Facultad de Ingenierías-UMNG; Director programa de Maestría en Ingeniería Mecatrónica	Grupo de Investigación: VOLTA	Universidad Militar Nueva Granada - UMNG *Dpto. Ingeniería Mecatrónica*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS

Año y mes de formación	2006 - 2
Departamento - Ciudad	Distrito Capital - Bogotá
Líder	William Arnulfo Aperador Chaparro
Página web	http://goo.gl/YRwRx8
E-mail	g.ing.materiales@gmail.com
Clasificación	A1
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingeniería de los Materiales
Programa nacional de ciencia y tecnología	Investigaciones en Energía y Minería
Programa nacional de ciencia y tecnología (secundario)	Desarrollo Tecnológico e Innovación Industrial

Diseños industriales

1.- **Diseño Industrial** : Calentador solar De Agua de placa plana Colombia, 2008, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora: Universidad Militar Nueva Granada - Unimilitar
Autores: LUIS LLANO SANCHEZ, WILLIAM GOMEZ RIVERA, ASTRID RUBIANO FONSECA,

Innovaciones en Procesos y Procedimientos

1.- **Innovación de proceso o procedimiento** : Dispositivo dinámico con capacidad de soporte a la región pélvica Colombia, 2013, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora:
Autores: MAURICIO TORRES, WILLIAM ARNULFO APERADOR CHAPARRO, OSCAR FERNANDO AVILES SANCHEZ,

Otros productos tecnológicos

1.- **Otro** : Diseño y construcción de un calentador solar de placas paralelas Colombia, 2006, Disponibilidad: Restricta, Nombre comercial: Institución financiadora: Universidad Militar Nueva Granada - Unimilitar
Autores: WILLIAM GOMEZ RIVERA, LUIS EDUARDO LLANO, ASTRID RUBIANO, EDWIN GOMEZ, DIANA GUZMAN,

INFORMANTE 8	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
Federico Alejandro Núñez Moreno, PhD (*Illinois Institute of Technology*) Director - Líder del Grupo; Profesor Titular-JAVERIANA; Premio: Best Teaching Assistant, Illinois Institute of Technology (2014); Premio: DIODORO SANCHEZ- Sociedad Colombiana de Ingenieros por la generación de tres prototipos en el área de ensayos de materiales y puentes (2013)	Grupo de Investigación: ESTRUCTURAS Y CONSTRUCCIÓN	Pontificia Universidad Javeriana-JAVERIANA *Dpto. Ingeniería Civil*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS	
Año y mes de formación	2002 - 1
Departamento - Ciudad	Distrito Capital - Bogotá
Líder	Federico Alejandro Núñez Moreno
Página web	http://
E-mail	fnunez@javeriana.edu.co
Clasificación	A1
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingeniería Civil
Programa nacional de ciencia y tecnología	Desarrollo Tecnológico e Innovación Industrial

Prototipos

1.- **Industrial** : Prototipo didáctico para el sistema de monitoreo e instrumentación de puentes
Colombia, 2008, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora:
Autores: FEDERICO ALEJANDRO NUNEZ MORENO,

2.- **Industrial** : Prototipo didáctico para el sistema de monitoreo e instrumentación de puentes
Colombia, 2008, Disponibilidad: No restringido, Institución financiadora: Instituto Nacional De Vías
Autores: FEDERICO NUNEZ, EDGAR EDUARDO MUNOZ DIAZ,

3.- **Industrial** : Prototipo Mecánico y Electrónico para la medición de frecuencias naturales en tirantes del puente Dos Quebradas
Colombia, 2008, Disponibilidad: No restringido, Institución financiadora: Instituto Nacional De Vías
Autores: FEDERICO NUNEZ, EDGAR EDUARDO MUNOZ DIAZ,

4.- **Industrial** : Prototipo Mecánico y Electrónico para la medición de frecuencias naturales en tirantes del puente Dos Quebradas
Colombia, 2008, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora:
Autores: FEDERICO ALEJANDRO NUNEZ MORENO,

5.- **Industrial** : MODELOS ESTRUCTURALES DE LABORATORIO PARA LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA ESTRUCTURAL
Colombia, 2005, Disponibilidad: Restricta, Institución financiadora: Pontificia Universidad Javeriana - Puj - Sede Bogotá
Autores: DANIEL MAURICIO RUIZ VALENCIA,

INFORMANTE 9	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
Juan Pablo Casas Rodríguez, PhD (*Loughborough University*) Director - Líder del Grupo GIE; Profesor Titular- UNIANDES	Grupo de Investigación: Integridad Estructural- GIE	Universidad De Los Andes- UNIANDES *Dpto. Ingeniería Mecánica*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS	
Año y mes de formación	2005 - 12
Departamento - Ciudad	Distrito Capital - Bogotá
Líder	Juan Pablo Casas Rodríguez
Página web	
E-mail	emaranon@uniandes.edu.co
Clasificación	B
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingeniería Mecánica
Programa nacional de ciencia y tecnología	Desarrollo Tecnológico e Innovación Industrial

Softwares

1.- **Computacional** : SOFTWARE JOMINY CALCULATOR Colombia, 2009, Restringido, , , , UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, . Autores: WILSON ALEXANDER HORMAZA RODRIGUEZ,

Productos tecnológicos

1.- Diseño de dispositivo de ensayos Split Hopkinson Pressure Bar Colombia, 2010, , Restringido, . Autores: MARIO FERNANDO BUCHELY CAMACHO,

Prototipos

1.- Industrial : Chaleco balístico ajustable porta municiones Colombia, 2013, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora: Industria Militar - Indumil Autores: LUIS MARIO MATEUS SANDOVAL,

2.- Industrial: CHALECO BALÍSTICO AJUSTABLE PORTAMUNICIONES. Colombia, 2013, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora: Industria Militar - Indumil Autores: JUAN PABLO CASAS RODRIGUEZ, CAMILO AYALA GARCIA, ALEJANDRO MARANON LEON, LUIS MARIO MATEUS SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER HERRAN MARTINEZ, ALICIA PORRAS,

AP-B-4. CASO: CALI- Ciudad inteligente.

LISTADO DE REDES SOCIO-TÉCNICAS CON INFORMACIÓN DE RESPONDIENTES, DENOMINACIÓN DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN Y LOCALIDAD UNIVERSITARIA

INFORMANTE-1	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
José Jaime García Álvarez, PhD (*Michigan State University*) Director - Líder del Grupo BIOMECÁNICA; Profesor Titular UNIVALLE; Consultor de American Society of Mechanical Engineers-ASME	Grupo de Investigación: Biomecánica	Universidad Del Valle UNIVALLE - *Dptos. Ingeniería Civil y Geomática, Ingeniería Mecánica*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS	
Año y mes de formación	1999 - 6
Departamento - Ciudad	Valle - Cali
Líder	José Jaime García Álvarez
Página web	http://eicg.univalle.edu.co/biomecanica.html.html
E-mail	josejgar@gmail.com
Clasificación	A1
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingeniería Médica
Programa nacional de ciencia y tecnología	Ciencia, Tecnología e Innovación en Salud
Programa nacional de ciencia y tecnología (secundario)	Desarrollo Tecnológico e Innovación Industrial

Prototipos

1.- **Industrial** : SISTEMA DE FIJACIÓN EXTERNA ATLAS PARA FRACTURAS DE HUESOS
Colombia, 2006, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora: INVIDA
Autores: ANDRES MACHADO, JOSE JAIME GARCIA ALVAREZ, ARLEX LEYTON VIRGEN,

2.- **Industrial** : Fijador multibarra Leyton3
Colombia, 2002, Disponibilidad: Irrestricta, Institución financiadora: Universidad del Valle - Univalle
Autores: JOSE JAIME GARCIA ALVAREZ, ARLEX LEYTON VIRGEN,

INFORMANTE-2	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
Rubén Antonio Vargas Zapata, Post-PhD (*Chalmers University Of Technology*), PhD (*University Of Illinois)* Director del Grupo; Profesor Titular UNIVALLE; nominado al Gran Premio Vida y Obra a los Investigadores Eméritos de Colombia 2014, en el marco de la Convención Científica Colombiana SUMA-Colciencias	Grupo de Investigación: Transiciones de Fase de Sistemas no Metálicos- integrante del Centro de Excelencia en Nuevos Materiales (CENM) de UNIVALLE; miembro de la Red de Nanotecnologías para Energía de la Región Iberoamericana.	Universidad Del Valle UNIVALLE - *Dpto. Física y de las Ingenierías: Electrónica y de Materiales*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS	
Año y mes de formación	1982 - 6
Departamento - Ciudad	Valle - Cali
Líder	Jesús Evelio Diosa Astaiza
Página web	http://www.univalle.edu.co/~transfase
E-mail	jesus.diosa@correounivalle.edu.co
Clasificación	A1
Área de conocimiento	Ciencias Naturales/Físicas, Ingeniería de Materiales
Programa nacional de ciencia y tecnología (secundario)	Desarrollo Tecnológico e Innovación Industrial

Innovaciones en Procesos y Procedimientos

1.- **Innovación de proceso o procedimiento** : implementación para la técnica de calorimetría AC
Colombia, 2011, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora: Autores: JULIAN ANDRES ANGEL JIMENEZ,

2.- **Innovación de proceso o procedimiento** : Celda de Combustible
Colombia, 2002, Disponibilidad: Irrestricta, Institución financiadora: Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias Autores: RUBEN ANTONIO VARGAS ZAPATA, RUBEN JESUS CAMARGO AMADO,

3.- **Innovación de proceso o procedimiento** : Técnica AC para Medidas de Potencia Termoeléctrica
Colombia, 2001, Disponibilidad: Irrestricta, Institución financiadora: Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias Autores: RUBEN ANTONIO VARGAS ZAPATA, JAVIER ANTONIO TRUJILLO OCAMPO,

4.- **Innovación de proceso o procedimiento** : Celda para medidas de espectroscopía de impedancia electroquímica
Colombia, 2001, Disponibilidad: Irrestricta, Institución financiadora: Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias Autores: RUBEN ANTONIO VARGAS ZAPATA, ALVARO GARCIA MURIEL, MIGUEL ANGEL VARGAS ZAPATA, JAVIER ANTONIO TRUJILLO OCAMPO,

INFORMANTE-3	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
Federico Sequeda Osorio, PhD (*University Of Illinois)* Director- Líder del Grupo RDAI; Profesor Titular UNIVALLE; Director: Centro de Investigaciones de Materiales (CIM) y del Laboratorio RAID; en 2009 fue elegido como uno de los 16 investigadores más destacados de Colombia- Ministerio de Cultura de Colombia; en 1996 fue escogido por la American Vacuum Society Fellow como uno de los diez mejores investigadores del mundo en el área de materiales de película delgada y sus aplicaciones en almacenamiento magnético.	Grupo de Investigación: Recubrimientos Duros y Aplicaciones Industriales- RDAI	Universidad Del Valle UNIVALLE - *Dptos. Ingeniería de Materiales, Ingeniería Química*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS

Año y mes de formación	1997 - 5
Departamento - Ciudad	Valle - Cali
Líder	Federico Sequeda Osorio
Página web	http://rdai.univalle.edu.co
E-mail	federico.sequeda@correounivalle.edu.co
Clasificación	A
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingeniería de los Materiales
Programa nacional de ciencia y tecnología	Desarrollo Tecnológico e Innovación Industrial

Innovaciones en Procesos y Procedimientos

1.- **Innovación de proceso o procedimiento**: Recubrimiento Biocompatible tipo multicapa-película delgada S/TiN/Ti/TiZr como tratamiento superficial de sustratos¿(S) de acero 316 L SS, aleaciones Cr-Co y/o aleaciones de Ti para su uso con efecto neutro sobre la viabilidad de crecimiento celular en aplicaciones biomédicas. Colombia, 2013, Disponibilidad: No restringido, Institución financiadora: Autores: ALEXANDER RUDEN, FEDERICO SEQUEDA OSORIO,

INFORMANTE-4	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
Eduardo Francisco Caicedo Bravo, PhD (*Universidad Politécnica de Madrid)* Director- Líder del Grupo PSI; Profesor Titular UNIVALLE; Director de los Laboratorios de Inteligencia Computacional y de Robótica- UNIVALLE	Grupo de Investigación: Percepción y Sistemas Inteligentes- PSI	Universidad Del Valle UNIVALLE - *Dptos: Ingeniería Electrónica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería de Sistemas y Computación*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS	
Año y mes de formación	1992 - 3
Departamento - Ciudad	Valle - Cali
Líder	Eduardo Francisco Caicedo Bravo
Página web	http://psi.univalle.edu.co
E-mail	psi@univalle.edu.co
Clasificación	A1
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingenierías Eléctrica, Electrónica e Informática
Programa nacional de ciencia y tecnología	Electrónica, Telecomunicaciones e Informática
Programa nacional de ciencia y tecnología (secundario)	Desarrollo Tecnológico e Innovación Industrial

Softwares

1.- **Multimedia** : Interfaz remota para la experimentación en robótica móvil Colombia, 2009, Disponibilidad: Restringido, Sitio web: www.univalle.edu.co Nombre comercial: , Nombre del proyecto: 13-23-447 Institución financiadora: Autores: EVAL BLADIMIR BACCA CORTES, EDUARDO FRANCISCO CAICEDO BRAVO, BAYRON ANDRES CALVACHE VALLEJO,

2.- **Computacional** : NXVision Colombia, 2008, Disponibilidad: No restringido, Sitio web: www.univalle.edu.co Nombre comercial: , Nombre del proyecto: Institución financiadora: Autores: ALEJANDRO MICHAEL PUSTOWKA REYES,

3.- **Computacional** : UV-SRNA-PDA Simulador de Redes Neuronales e Identificación de Procesos sobre una PDA Colombia, 2006, Disponibilidad: Irrestricta, Sitio web: Nombre comercial: , Nombre del proyecto: Institución financiadora: Universidad del Valle - Univalle Autores: EVAL BLADIMIR BACCA CORTES, JAVIER A MINOTTA,

4.- **Computacional** : UV-SRNA 2.0 Colombia, 2006, Disponibilidad: Restringido, Sitio web: Nombre comercial: UV-SRNA 2.0, Nombre del proyecto: Institución financiadora: Universidad del Valle - Univalle Autores: EDUARDO FRANCISCO CAICEDO BRAVO,

INFORMANTE-5	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
Andrés Navarro Cadavid, PhD (*Universidad Politécnica de Valencia)* Director- Líder del Grupo I2T; Profesor Titular ICESI; Consejero COLCIENCIAS para el programa ETI; Consejero del Comité Consultivo Permanente II- Comisión Interamericana de Telecomunicaciones en México-UNAM	Grupo de Investigación: Informática y Telecomunicaciones-I2T	Universidad ICESI-*Dptos: Ingeniería Telemática, Ingeniería de sistemas, Maestría en Informática y Telecomunicaciones*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS	
Año y mes de formación	1999 - 1
Departamento - Ciudad	Valle - Cali
Líder	Andrés Navarro Cadavid
Página web	http://www.icesi.edu.co/i2t
E-mail	i2t@icesi.edu.co
Clasificación	A1
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingenierías Eléctrica, Electrónica e Informática
Programa nacional de ciencia y tecnología	Electrónica, Telecomunicaciones e Informática

Redes

1.- **COST Action 2100 - Pervasive Mobile & Ambient Wireless Communications** : Real en Bolonia, desde 2007-03-01 - hasta 2010-12-15 con 150

2.- **COST IC1004 - Cooperative Radio Communications for Green Smart Environments** : Real en Bolonia, desde 2011-05-19 - hasta con 130

3.- **COST IC1004 - Cooperative Radio Communications for Green Smart Environments** : Real en Bolonia, desde 2011-05-19 - hasta con 130

4.- **Institute of Electronics and Electrical Engineers** : Real en New York, desde 2009-01-01 - hasta con 0

5.- **Internet Engineering Task Force** : Real en Freemont, desde 2007-07-23 - hasta con 1500

Softwares

3.- Computacional: INDUSTRIAS CULTURALES GEOREFERENCIADAS Colombia, 2010, INDUSTRIAS CULTURALES GEOREFERENCIADAS, No restringido, MULTIPLES, WEB, 13-27-492, DIRECCION NACIONAL DE DERECHO DE AUTOR, APLICACIÓN WEB PARA GESTIÓN Y DESPLIEGUE DE INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA DE LAS INDUSTRIAS CULTURALES DE CALI. Autores: ANDRES NAVARRO CADAVID,

4.- Computacional: MODELO DE PROPAGACIÓN DE OKUMURA-HATA COST 231 Colombia, 2010, Hata Cost 231, Restringido, Cliente servidor, Web, 13-27-201, Dirección Nacional de Derecho de autor, Calculo de propagación. Autores: ANDRES NAVARRO CADAVID,

NFORMANTES: 6 y 7	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
Miguel Ángel Hidalgo Salazar, PhD (*Universidad Del Valle)* Director- Líder del Grupo GITEM; Profesor Titular UAO; Reconocido como Experto del sector Metalmecánico- Alcaldía de Cali; Becado por Japan International Cooperation Agency- Third Country Training Programme Emerson Escobar Núñez, PhD (*University Of Illinois)* Director- Grupo GITEM; Profesor Titular UAO	Grupo de Investigación: Tecnologías para la Manufactura- GITEM	Universidad Autónoma de Occidente- UAO *Dptos: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Ambiental*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS	
Año y mes de formación	2004 - 8
Departamento - Ciudad	Valle - Cali
Líder	Miguel Ángel Hidalgo Salazar
Página web	http://gitemuao.blogspot.com/
E-mail	mahidalgo@uao.edu.co
Clasificación	A
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingeniería Mecánica
Programa nacional de ciencia y tecnología	Desarrollo Tecnológico e Innovación Industrial

Procesos o técnicas
02INTER-13. Diseño y construcción de una plataforma portátil para la medición de fuerza en estudios de biomecánica deportiva.
05INTER-46. Simulador de proceso de corte torno CNC.
06INTER-67. Desarrollo de un entorno virtual sobre Internet para simulación de procesos de mecanizado en una Fresadora CNC de tres ejes.
07INTER-81. Desarrollo tecnológico para fabricar carretes para empaque de cables, utilizando como materia prima tetrapak de origen post-industrial y post-consumo en sustitución de madera de bosque nativo.
07INTER-89. Desarrollo piloto de una biblioteca digital que permita la preservación y divulgación de la producción intelectual de la UAO por medio de Internet.
07INTER-91. Accesibilidad a las celdas de manufactura flexible automatizadas por medio de la Red Nacional Renata y la Red Internacional CLARA para supervisar su estado y funcionamiento.
10INTER-136. Creep en el compuesto de matriz polimérica IDPE-AI reforzado con fique.

INFORMANTES: 8	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
Nelly Cecilia Alba De Sánchez, PhD (*Universidad Del Valle)* Director- Líder del Grupo GCIM; Profesora Titular UAO; Miembro Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia- ACAC; Miembro del Comité Científico VII Congreso Internacional e Materiales- Universidad De Antioquia-UDEA	Grupo de Investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales- GCIM	Universidad Autónoma de Occidente- UAO *Dptos: Ingeniería Mecánica, Ingeniería De Materiales*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS

Año y mes de formación	1993 - 7
Departamento - Ciudad	Valle - Cali
Líder	Nelly Cecilia Alba De Sánchez
Página web	http://www.uao.edu.co
E-mail	nalba@uao.edu.co
Clasificación	A
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingeniería de los Materiales
Programa nacional de ciencia y tecnología	Desarrollo Tecnológico e Innovación Industrial

Procesos o técnicas

1.- Innovación de proceso o procedimiento : Instalación para deposición de películas de carbono tipo diamante sobre substratos de acero o de metal endurecido y el correspondiente método in situ usando recubrimientos duros de metal /carburo de ese metal como capas intermedias para el mejoramiento de la adherencia entre películas y substrato España, 2001, , Irrestricta, .
Autores: GUSTAVO ADOLFO ZAMBRANO ROMERO, PEDRO ANTONIO PRIETO PULIDO, CARLOS ALBERTO RINCON LOPEZ,

2.- Innovación de proceso o procedimiento : Método in-situ para el Mejoramiento de la Adherencia de Películas de Carbono Tipo Diamante (DLC) Depositadas sobre Aceros Usando Recubrimientos Duros de W/WC como Capas Intermedias Colombia, 2002, , Irrestricta, Mejorar la Adherencia de Recubrimientos Duros de Carbono Amorfo Tipo Diamante sobre Aceros para Herramientas de Corte.
Autores: CARLOS ALBERTO RINCON LOPEZ, GUSTAVO ADOLFO ZAMBRANO ROMERO, ELENA MARTINEZ, PEDRO ANTONIO PRIETO PULIDO, NELLY CECILIA ALBA DE SANCHEZ, JOAN ESTEVE,

INFORMANTES: 9	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
John Jairo Cabrera López, PhD (*Universidad Del Valle)* Director- Líder del Grupo GBIO; Profesor Titular UAO; Director de la Maestría en Ingeniería- UAO	Grupo de Investigación: Ingeniería Biomédica- GBIO	Universidad Autónoma de Occidente- UAO *Dptos: Ingeniería Biomédica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Mecatrónica*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS	
Año y mes de formación	2000 - 1
Departamento - Ciudad	Valle - Cali
Líder	John Jairo Cabrera López
Página web	http://bach.uao.edu.co:7778/portal/page?_pageid=62,621549&_dad=portal&_schema=PORTAL
E-mail	jjcabrera@uao.edu.co
Clasificación	A
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingeniería Médica
Programa nacional de ciencia y tecnología	Ciencia, Tecnología e Innovación en Salud
Programa nacional de ciencia y tecnología (secundario)	Biotecnología

Softwares

1.- Computacional : LiveOfShaft
Estados Unidos, 2001, LiveOfShaft, Restringido, Palm, Palm OS, , , Determines the life of a shaft under fatigue stress.
Autores: OSCAR IVAN CAMPO SALAZAR,
2.- Computacional
Sistema de Adquisición y Almacenamiento de Datos para Estación de Síntesis Metrohn
Autores: JOHN JAIRO CABRERA LÓPEZ

Prototipos

1.- Industrial : Mecanismo de bisagra de seguridad para posicionamiento en pasos angulares Colombia, 2009, Disponibilidad: No restringido, Institución financiadora: Universidad Autónoma De Occidente - Uao
Autores: DAVID LEONARDO HURTADO MARTINEZ, ROBERT EDUARDO COOPER ORDONEZ,

2.- Industrial : Mesa ergonómica adaptable para ejercicios académicos en sillas de ruedas Colombia, 2009, Disponibilidad: No restringido, Institución financiadora: Universidad Autónoma De Occidente - Uao
Autores: DAVID LEONARDO HURTADO MARTINEZ, ROBERT EDUARDO COOPER ORDONEZ,

AP-B-5. CASO: MEDELLÍN- Distrito Tecnológico:

LISTADO DE REDES SOCIO-TÉCNICAS CON INFORMACIÓN DE RESPONDIENTES, DENOMINACIÓN DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN Y LOCALIDAD UNIVERSITARIA

INFORMANTE-1	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
Félix Echeverría Echeverría, PhD (*University Of Manchester Institute Of Science And Technology*) Director - Líder del Grupo CIDEMAT; Asesor Colciencias- Comité para el Desarrollo de la Investigación; Profesor Titular UDEA; Director Maestría y Doctorado en Ingeniería - UDEA	Grupo de Investigación: Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo de Materiales - CIDEMAT (Merecedor del reconocimiento nacional : **Mejor Grupo de Investigación de Excelencia en Educación Superior**- 2013)	Universidad De Antioquia UDEA - *Dpto. Ingeniería de Materiales*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS	
Año y mes de formación	1984 - 7
Departamento - Ciudad	Antioquia - Medellín
Líder	Félix Echeverría Echeverría
Página web	http://www.udea.edu.co/CIDEMAT
E-mail	felix.echeverria@udea.edu.co
Clasificación	A1
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingeniería de los Materiales
Programa nacional de ciencia y tecnología	Investigaciones en Energía y Minería
Programa nacional de ciencia y tecnología (secundario)	Desarrollo Tecnológico e Innovación Industrial

Softwares

1.- **Computacional** : EVAL_CAOM 1.0
Colombia, 2009, EVALCAOM, Restringido, Matlab - Excel, Gui, En trámite, , Evaluación técnica y económica de la durabilidad de infraestructura metálica expuesta al ambiente.
Autores: FELIX ECHEVERRIA ECHEVERRIA, ESTEBAN VELILLA, FERNANDO VILLADA DUQUE,

2.- **Computacional**: Programas para cálculo de impurezas en pozos cuánticos dobles
Colombia, 2003, , Irrestricta, fortran, windows-linux, , , calculo de propiedades de pozos dobles.
Autores: ALVARO LUIS MORALES ARAMBURO, AUGUSTO LEON MONTES BARAHONA, CARLOS ALBERTO DUQUE ECHEVERRI, NICOLAS RAIGOZA BOHORQUEZ,

Productos tecnológicos

INFORMANTE-2	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
Andrés Adolfo Amell Arrieta, Mgtr (*Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín*) Director - Líder del Grupo GASURE; Profesor Titular UDEA; Director Maestría y Doctorado en Ingeniería - UDEA	Grupo de Investigación: Ciencia y Tecnología del Gas y Uso Racional de la Energía - GASURE	Universidad De Antioquia UDEA - *Dpto. Ingeniería Ambiental*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS

Año y mes de formación	1995 - 2
Departamento - Ciudad	Antioquia - Medellín
Líder	Andrés Adolfo Amell Arrieta
Página web	ingenieria.udea.edu.co/investigacion/grupogas
E-mail	grupogas@udea.edu.co
Clasificación	A1
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingeniería Ambiental
Programa nacional de ciencia y tecnología	Investigaciones en Energía y Minería
Programa nacional de ciencia y tecnología (secundario)	Desarrollo Tecnológico e Innovación Industrial

Prototipos

1.- **Industrial** : Quemador de ensayo para estudios de combustión en medio poroso y en superficie
Colombia, 2013, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora: COLCIENCIAS
Autores: ANDRES ADOLFO AMELL ARRIETA, LAYRISSER IRAL GALEANO, CARLOS ARRIETA,

2.- **Industrial** : Sistema de combustión y calentamiento por radiación infrarroja y recuperación de calor para procesos de baja temperatura
Colombia, 2012, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora: COLCIENCIAS
Autores: ANDRES ADOLFO AMELL ARRIETA, FRANCISCO CADAVID, YONATAN CADAVID SANCHEZ,

3.- **Industrial** : Quemador de chorro en coflujo caliente
Colombia, 2012, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora:
Autores: CARLOS ARRIETA, ANDRES ADOLFO AMELL ARRIETA,

4.- **Industrial** : Quemador de ensayo para determinar la velocidad de deflagración laminar
Colombia, 2010, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora: UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Autores: ANDRES ADOLFO AMELL ARRIETA, HUGO JAVIER BUBANO, JHON ALEXANDER PAREJA RESTREPO,

INFORMANTES- 3 y 4	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
Robinson Alberto Torres Villa, PhD (*Universidad Politécnica de Valencia*) Director - del Grupo GIBEC; Consejero COLCIENCIAS para el Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación; Director Programa Ingeniería Biomédica (Pregrado y Posgrado) -EIA Sandra Cristina Arias Saldarriaga, Mgtr (*Universidad De Antioquia*) Co-directora del Grupo GIBEC; Directora Gestión de Investigación y Desarrollo - EIA	Grupo de Investigación en Ingeniería Biomédica GIBEC (EIA - CES)	Universidad Escuela de Ingeniería de Antioquia EIA - *Dpto. Ingeniería Electrónica e Ingeniería Biomédica*; Universidad CES - *Dpto. Ingeniería Biomédica*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS	
Año y mes de formación	2002 - 7
Departamento - Ciudad	Antioquia - Envigado
Líder	Marta Elena Londoño López
Página web	www.eia.edu.co
E-mail	pfmalon@eia.edu.co
Clasificación	A1
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingeniería Médica
Programa nacional de ciencia y tecnología	Ciencia, Tecnología e Innovación en Salud
Programa nacional de ciencia y tecnología (secundario)	Biotecnología

Plantas piloto

1.- **Planta piloto** : Mouse para personas con discapacidad de miembro superior Colombia, 2008, Disponibilidad: Restringido, Nombre comercial: Institución financiadora:
Autores: SANTIAGO MONTES POSADA, JESUS MARIA SOTO CASTANO,

Otros productos tecnológicos

1.- **Otro** : Isotax III Colombia, 2003, Disponibilidad: Restricta, Nombre comercial: Institución financiadora: Proantioquia
Autores: ANDRES TORRES VELASQUEZ,

Prototipos

1.- **Industrial** : Sistema portátil para la medición de presiones en asientos conformados Colombia, 2009, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora:
Autores: JUAN FELIPE RESTREPO RINCKOAR, ROBINSON ALBERTO TORRES VILLA,

2.- **Industrial** : Monitor de Apnea Neonatal Colombia, 2009, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora:
Autores: JUAN SEBASTIAN OSORIO VALENCIA,

INFORMANTE-5	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
Santiago Alberto Correa Vélez, PhD (*Universidad Politécnica de Madrid*) Director - Líder del Grupo gib; Profesor Titular Universidad EAFIT	Grupo de Investigación en Bioingeniería GIB (EAFIT - CES)	Universidad EAFIT - *Dpto. Ingeniería Electrónica e Ingeniería Biomédica*; Universidad CES - *Dpto. Ingeniería Biomédica*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS	
Año y mes de formación	1999 - 8
Departamento - Ciudad	Antioquia - Medellín
Líder	Santiago Alberto Correa Vélez
Página web	http://www.eafit.edu.co/gib
E-mail	scorrea5@eafit.edu.co
Clasificación	A1
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingeniería Médica
Programa nacional de ciencia y tecnología	Ciencia, Tecnología e Innovación en Salud
Programa nacional de ciencia y tecnología (secundario)	Electrónica, Telecomunicaciones e Informática

Prototipos

1.- **Industrial** : Dispositivo accesorio para aparato de toma de rayos x que garantiza una correcta toma de radiografías oclusales, mandibulares y periapicales Colombia, 2009, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora: Autores: SAMUEL IGNACIO ROLDAN RESTREPO,

2.- **Industrial** : Gnatodinamometro para medir la fuerza oclusal. Colombia, 2009, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora: Autores: SAMUEL IGNACIO ROLDAN RESTREPO,

3.- **Industrial** : Symphyseal Bone Transport Device (transForm) Estados Unidos, 2008, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora: Texas A&M University System
Autores: EDWIN LENIN CHICA ARRIETA, URIEL ZAPATA M,

4.- **Industrial** : Incubadora cerrada Colombia, 2007, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora: Autores: SANTIAGO ALBERTO CORREA VELEZ,

5.- **Industrial** : Gnatodinamómetro Digital Colombia, 2004, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora: Universidad Eafit
Autores: JUAN FELIPE ISAZA SALDARRIAGA, ABRAHAM URIEL ZAPATA, SAMUEL IGNACIO ROLDAN RETREPO,

INFORMANTE-6	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
Edgar Alexander Ossa Henao, Post-PhD (*University Of Nottingham*), PhD (*University Of Cambridge*) Director - Líder del Grupo GME; Director Maestría de Ingeniería en Diseño de Materiales	Grupo de Investigación en Materiales de Ingeniería GME	Universidad EAFIT - *Dpto. Ingeniería Mecánica*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS

Año y mes de formación	2003 - 7
Departamento - Ciudad	Antioquia - Medellín
Líder	Edgar Alexander Ossa Henao
Página web	http://blogs.eafit.edu.co/materialesingenieria/
E-mail	eossa@eafit.edu.co
Clasificación	A1
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingeniería de los Materiales
Programa nacional de ciencia y tecnología	Desarrollo Tecnológico e Innovación Industrial
Programa nacional de ciencia y tecnología (secundario)	Ciencias Básicas

Prototipos

1.- **Industrial** : Tejas para techos con aislamiento térmico y acústico basados en asfalto modificado para aplicaciones en el sector de la construcción Colombia, 2010, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora: Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias Autores: JUAN CAMILO MUNERA OSSA,

Softwares

1.- Computacional : Software para ensayos de suelos Colombia, 2000, Disponibilidad: Restricta, Sitio web: Nombre comercial: , Nombre del proyecto: Institución financiadora: Universidad Eafit Autores: JULIAN VIDAL VALENCIA, RODRIGO IVAN OSORIO MORA,

2.- Computacional : Software para la síntesis de mecanismos con cuatro puntos de precisión con base en las curvas de Burmester Colombia, 1996, Disponibilidad: Irrestricta, Sitio web: Nombre comercial: , Nombre del proyecto: Institución financiadora: Universidad Pontificia Bolivariana - Sede Medellín Autores: EDGAR ALEXANDER OSSA HENAO,

INFORMANTE-7	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
Whady Felipe Flórez Escobar, PhD (*Wessex Institute Of Technology University Of Wales*) Director - Líder del Grupo; Director Programa de Doctorado en Ingeniería-UPB; Director-Fundador del Instituto de Energía y Termodinámica-UPB	Grupo de Investigación en Energía y Termodinámica	Universidad Pontificia Bolivariana - *Dpto. Ingeniería Mecánica*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS

Año y mes de formación	1979 - 10
Departamento - Ciudad	Antioquia - Medellín
Líder	Whady Felipe Flórez Escobar
Página web	http://www.upb.edu.co/iet
E-mail	whady.florez@upb.edu.co
Clasificación	A1
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingeniería Mecánica
Programa nacional de ciencia y tecnología	Investigaciones en Energía y Minería
Programa nacional de ciencia y tecnología (secundario)	Desarrollo Tecnológico e Innovación Industrial

Diseños industriales

1.- **Diseño Industrial** : Gasificador para horno túnel Colombia, 2010, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora: Colciencias 1 Autores: ERIKA ARENAS CASTIBLANCO, FARID CHEJNE JANNA, FANOR MONDRAGON,

2.- **Diseño Industrial** : Gasificador de carbón lecho fluidizado Colombia, 2008, Disponibilidad: No restringido, Institución financiadora: Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias Autores: ERIKA ARENAS CASTIBLANCO, FANOR MONDRAGON PEREZ, JOHN JAIRO FERNANDEZ, JUAN DAVID PEREZ SCHILE, DIEGO ROJAS RODRIGUEZ, ALONSO OCAMPO OROZCO, CARLOS LONDONO, JORGE ESPINEL, MAGDALENA GIRALDO MESA, FARID CHEJNE JANNA,

3.- **Diseño Industrial** : Instrumento y proceso de medida para determinar las propiedades termofísicas de la carne y los productos cárnicos Colombia, 2003, Disponibilidad: Restringido, Institución financiadora: Industria De Alimentos Zenú S.A.S. Autores: OSCAR ALBERTO OCHOA GONZALEZ, FARID CHEJNE JANNA,

INFORMANTE-8	RED SOCIO-TÉCNICA	UNIVERSIDAD
Rafael Esteban Vásquez Moncayo, PhD (*University of Florida*): Director - Líder del Grupo; Profesor Titular Pontificia Universidad Bolivariana	Grupo de Investigación en Automática y Diseño	Universidad Pontificia Bolivariana - *Dpto. Ingeniería Mecánica*

Datos básicos / ScienTi / GrupLac - COLCIENCIAS

Año y mes de formación	1998 - 10
Departamento - Ciudad	Antioquia - Medellín
Líder	Rafael Esteban Vásquez Moncayo
Página web	http://www.upb.edu.co/portal/page?_pageid=1054,29807669&_dad=portal&_schema=PORTAL
E-mail	whady.florez@upb.edu.co
Clasificación	A1
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingeniería Mecánica
Programa nacional de ciencia y tecnología	Desarrollo Tecnológico e Innovación Industrial

Diseños industriales

1.- **Diseño Industrial** : Mesas de trabajo y estantería para el laboratorio de mecatrónica de Ingeniería Mecánica Colombia, 2004, Disponibilidad: Restricta, Institución financiadora: UPB Autores: JUAN MIGUEL VASQUEZ CIFUENTES, SERGIO TAMAYO JARAMILLO, DENIS ASTRID RIOS PALACIO, RAFAEL ESTEBAN VASQUEZ MONCAYO,

Innovaciones en Procesos y Procedimientos

1.- **Innovación de proceso o procedimiento** : Guías de laboratorio para el análisis de mecanismos Colombia, 2002, Disponibilidad: Irrestricta, Institución financiadora: Universidad Pontificia Bolivariana - Sede Medellín Autores: JULIO CESAR CORREA RODRIGUEZ,

2.- **Innovación de proceso o procedimiento** : Red de fluidos automatizada Colombia, 2002, Disponibilidad: Irrestricta, Institución financiadora: Universidad Pontificia Bolivariana - Sede Medellín Autores: JUAN MIGUEL VASQUEZ CIFUENTES,

3.- **Innovación de proceso o procedimiento** : Metodología para la evaluación del conjunto case-propela a altas presiones Colombia, 1998, Disponibilidad: Irrestricta, Institución financiadora: Universidad Pontificia Bolivariana - Sede Medellín Autores: JULIO CESAR CORREA RODRIGUEZ, JUAN EDUARDO ARTEAGA,

4.- **Innovación de proceso o procedimiento** : Metodología experimental para la determinación de la relación velocidad-empuje para una propela Colombia, 1998, Disponibilidad: Irrestricta, Institución financiadora: Universidad Pontificia Bolivariana - Sede Medellín Autores: JULIO CESAR CORREA RODRIGUEZ, JUAN EDUARDO ARTEAGA,

AP-C-1 Matriz de Correlaciones de las variables observadas

	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	D4	D5	E1	E2	E3	E4
A1	1																											
A2	0,299179	1																										
A3	0,088512	.436*	1																									
A4	.534**	0,253188	0,122763	1																								
B1	-0,05591	-0,08293	0,010226	-0,07819	1																							
B2	0,245566	.528**	0,033817	0,359655	0,211576	1																						
B3	0,060519	.426*	0,172263	0,059067	-0,07721	.490**	1																					
B4	-0,00546	0,092615	0,184088	0,037582	.605**	.459*	0,379203	1																				
B5	0,275223	0,168212	0,190316	.470*	.403*	.509**	.402*	.672**	1																			
B6	0,256281	0,286659	0,142811	.461*	0,268847	.700**	.453*	.654**	.649**	1																		
B7	-0,07284	0,286391	0,321751	0,12962	.449*	.520**	0,290902	.623**	.415*	.553**	1																	
B8	.538**	.437*	0,171766	.437*	-0,02477	0,25981	0,108895	0,091116	.475*	0,297795	0,126423	1																
B9	0,177373	0,218011	0,116335	0,35537	0,125015	.447*	0,316228	0,32606	.456*	.530**	.430*	.443*	1															
B10	0,135868	0,193024	-0,05287	0,147427	0,062433	0,368904	.536**	0,28487	0,345571	0,343689	0,379563	0,31518	0,288996	1														
B11	0,164365	-0,26749	0,009629	.483*	-0,09107	-0,05893	-0,03695	-0,04629	0,374712	0,106063	-0,12003	0,190415	-0,0555	-0,15895	1													
C1	0,101267	-0,1972	0,056185	0,217949	0,237733	-0,11351	-0,15936	0,228145	0,009409	0,198373	-0,07598	-0,18471	-0,13859	-0,20134	0,131393	1												
C2	0,0396	0,148248	0,125826	0,181282	0,008623	0,079665	0,028904	0,157238	-0,00853	0,087196	-0,00672	0,155734	-0,33819	0,11042	0,074015	.563**	1											
C3	0,206677	0,03317	0,055164	0,19168	.508**	0,380344	0,258816	.590**	.623**	0,380466	0,255252	0,187248	0,214355	0,344597	-0,02092	0,270676	0,208525	1										
C4	0,241615	0,167634	-0,06261	.469*	0,194388	.575**	0,248798	.461*	.627**	.646**	.425*	0,351036	.616**	0,25143	0,225426	0,050536	-0,15451	0,190201	1									
D1	0,056741	0,144504	-0,00206	-0,05082	-0,2307	0,060292	0,068874	-0,08217	-0,23279	-0,06168	-.393*	-.433*	-0,30976	-0,33867	-0,0196	0,274035	0,078408	-0,07883	-0,09189	1								
D2	0,167574	.396*	0,303014	0,343114	0,11766	0,348839	0,185325	-0,05033	0,081666	0,303614	0,193247	-0,06702	0,12388	0,124548	-0,19058	0	-0,15383	0,132391	0,033127	0,092981	1							
D3	0,135392	-0,06486	0,067488	0,370638	0,294628	0,215888	-0,00437	0,357464	0,283679	0,366903	0,215546	0,272011	.492**	0,1419	0,008473	.402*	0,139452	.448*	0,216337	-0,27291	0,263138	1						
D4	0,144285	0,14952	0,117153	0,206354	0,04324	-0,04645	0,139881	0,127111	0,103676	-0,07601	0,06634	-0,07831	0,103527	-0,00251	0,049654	0,214145	-0,13079	0,12132	0,247359	0,307637	0,220356	0,164886	1					
D5	.405*	0,346531	0,010035	0,307692	-0,07313	0,165571	0,22731	-0,01302	-0,04832	0,159784	0,06828	0,121906	0,017252	0,211148	-0,13758	0,380363	0,364246	0,129429	0,208695	0,1017	-0,02647	-0,05338	0,184121	1				
E1	0,352241	0,030111	0,00565	0,026378	0,014195	0,164812	-0,09215	-0,02714	0,006801	0,003543	0,190856	.409*	0,371551	0,354821	-0,04972	-0,24094	-0,20259	0,135464	0,09306	-0,25195	-0,14707	0,205507	-0,06408	0,053887	1			
E2	0,204004	0,324627	-0,09567	0,262117	0,328326	.560**	0,249294	0,377007	0,347888	0,32333	0,280025	0,198816	0,327391	.426*	-0,20198	0,012269	0,164667	.586**	0,210809	0,070322	0,013363	0,235659	-0,10302	0,263202	0,287333	1		
E3	0,345263	0,266921	-0,0896	0,365533	0,160164	.464*	-0,00581	-0,02825	0,227792	0,375587	0,30145	0,258643	0,095545	-0,061	0,236709	0,068058	0,076178	0,202451	0,176356	-0,08423	0,266024	0,010126	-0,22261	0,133132	0,124917	0,26106	1	
E4	.468*	.459*	-0,10795	.446*	0,040259	.681**	.411*	0,224172	.492**	.498**	0,277287	.431*	.436*	.390*	0,125342	-0,18648	-0,07227	0,23422	.678**	0,072003	-0,00553	-0,1294	0,136486	.491**	0,329991	.481*	0,344435	1

**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

En la ventana de resultados del programa STATA aparece lo siguiente:

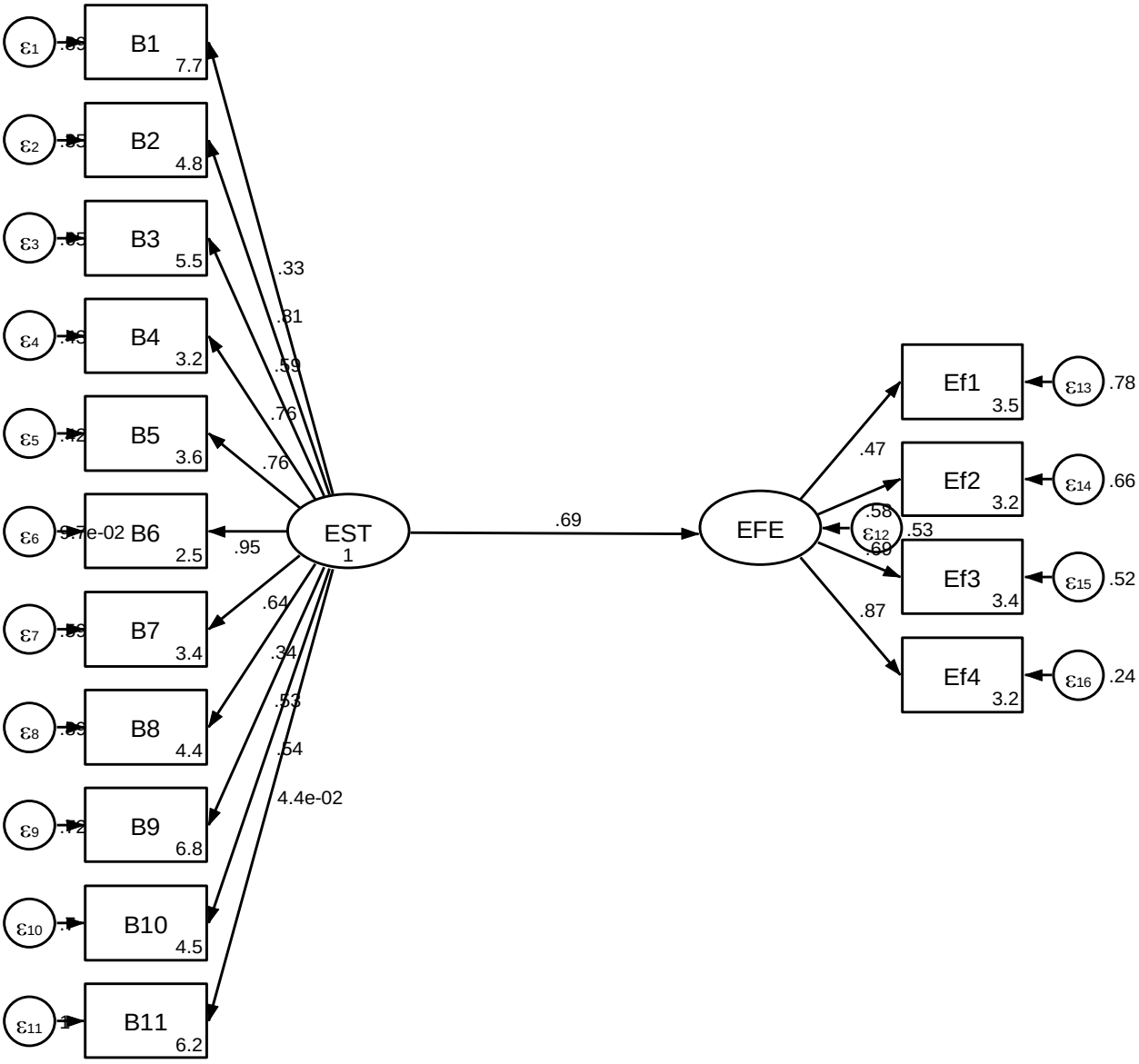
```
. sem (EST -> B1) (EST -> B2) (EST -> B3) (EST -> B4) (EST -> B5) (EST ->
B6) (E
> ST -> B7) (EST -> B8) (EST -> B9) (EST -> B10) (EST -> B11) (EST ->
EFE) (EFE
> -> Ef1) (EFE -> Ef2) (EFE -> Ef3) (EFE -> Ef4) (INT -> EFE) (INT -> D1)
(INT -
> > D2) (INT -> D3) (INT -> D4) (INT -> D5) (CDC -> EFE) (CDC -> C1)
(CDC -> C2)
>  (CDC -> C3) (CDC -> C4) (A1 -> EST) (A1 -> EFE) (A2 -> EST) (A2 ->
EFE) (A3 -
> > EST) (A3 -> EFE) (A4 -> EST) (A4 -> EFE),
covstruct(_lexogenous,diagonal) cov(_lexogenous*_oexogenous@0)
latent(EST EFE INT CDC )
(4 observations with missing values excluded;
 specify option 'method(mlmv)' to use all observations)

Endogenous variables

Measurement:  B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B10 B11 Ef1 Ef2 Ef3 Ef4
D1 D2 D3 D4 D5 C1 C2 C3 C4
Latent:       EST EFE

Exogenous variables

Observed:     A1 A2 A3 A4
Latent:       INT CDC

Fitting target model:

Iteration 0:   log likelihood = -1003.1917  (not concave)
Iteration 1:   log likelihood = -993.40469  (not concave)
Iteration 2:   log likelihood =  -973.8167  (not concave)
Iteration 3:   log likelihood = -791.34838  (not concave)
Iteration 4:   log likelihood = -723.53636  (not concave)
```

Iteration 5: log likelihood = -721.9729 (not concave)
Iteration 6: log likelihood = -717.19695 (not concave)
Iteration 7: log likelihood = -715.31174 (not concave)
Iteration 8: log likelihood = -713.81754 (not concave)
Iteration 9: log likelihood = -713.22286 (not concave)
Iteration 10: log likelihood =   -713.208 (not concave)
Iteration 11: log likelihood = -713.19612 (not concave)
Iteration 12: log likelihood = -713.19597 (not concave)
Iteration 13: log likelihood = -713.19586 (not concave)
Iteration 14: log likelihood = -713.19583 (not concave)
Iteration 15: log likelihood = -713.19583 (not concave)
Iteration 16: log likelihood = -713.19583 (not concave)
Iteration 17: log likelihood = -713.19583 (not concave)
Iteration 18: log likelihood = -713.19583 (not concave)
Iteration 19: log likelihood = -713.19583 (not concave)
Iteration 20: log likelihood = -713.19583 (not concave)

APÉNDICE APC-3 - IDENTIFICACIÓN SUBMODELO 1

Figura 12

Identificación de Submodelo 1: Relación causal EST - EFE



Fuente: Resultados de la modelización SEM-STATA.

SEM STATA Submodelo 1

```
. sem (EST -> B1) (EST -> B2) (EST -> B3) (EST -> B4) (EST -> B5) (EST -> B6) (E
> ST -> B7) (EST -> B8) (EST -> B9) (EST -> B10) (EST -> B11) (EST -> EFE) (EFE
> -> Ef1) (EFE -> Ef2) (EFE -> Ef3) (EFE -> Ef4), standardized latent(EST EFE )
(4 observations with missing values excluded;
 specify option 'method(mlmv)' to use all observations)

Endogenous variables

Measurement:  B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B10 B11 Ef1 Ef2 Ef3 Ef4
Latent:       EFE

Exogenous variables

Latent:       EST

Fitting target model:

Iteration 0:   log likelihood =  -416.2749  (not concave)
Iteration 1:   log likelihood = -397.34447  (not concave)
Iteration 2:   log likelihood = -381.04774
Iteration 3:   log likelihood = -378.07374
Iteration 4:   log likelihood = -375.19346
Iteration 5:   log likelihood = -374.18159
Iteration 6:   log likelihood = -373.82048
Iteration 7:   log likelihood = -373.75975
Iteration 8:   log likelihood = -373.73075
Iteration 9:   log likelihood = -373.72876
Iteration 10:  log likelihood = -373.72837
Iteration 11:  log likelihood = -373.72837

Structural equation model                       Number of obs      =         23
Estimation method  = ml
Log likelihood     = -373.72837

 ( 1)  [Ef1]EFE = 1
 ( 2)  [B1]EST = 1
```

Standardized	Coef.	OIM Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
Structural						
EFE <-						
EST	.6872676	.1429783	4.81	0.000	.4070352	.9675
Measurement						
B1 <-						
EST	.3301252	.1973464	1.67	0.094	-.0566667	.716917
_cons	7.688538	1.15263	6.67	0.000	5.429424	9.947651
B2 <-						
EST	.8053324	.0822247	9.79	0.000	.644175	.9664897
_cons	4.759301	.7320451	6.50	0.000	3.324519	6.194083
B3 <-						
EST	.5891061	.1438493	4.10	0.000	.3071667	.8710456
_cons	5.487955	.8355894	6.57	0.000	3.85023	7.12568
B4 <-						
EST	.756489	.0973872	7.77	0.000	.5656135	.9473644
_cons	3.155371	.5098244	6.19	0.000	2.156133	4.154608
B5 <-						
EST	.7590078	.1025609	7.40	0.000	.557992	.9600235
_cons	3.563659	.5652945	6.30	0.000	2.455702	4.671616
B6 <-						
EST	.950109	.042204	22.51	0.000	.8673906	1.032827
_cons	2.476391	.4204685	5.89	0.000	1.652288	3.300495
B7 <-						
EST	.6422242	.1335114	4.81	0.000	.3805467	.9039017
_cons	3.352392	.5364645	6.25	0.000	2.300941	4.403843

B8 <-						
EST	.337943	.1944268	1.74	0.082	-.0431265	.7190125
_cons	4.411041	.6829808	6.46	0.000	3.072424	5.749659
B9 <-						
EST	.5296895	.1570588	3.37	0.001	.2218599	.837519
_cons	6.840583	1.029917	6.64	0.000	4.821982	8.859184
B10 <-						
EST	.5439367	.1542831	3.53	0.000	.2415474	.8463261
_cons	4.521553	.6985146	6.47	0.000	3.15249	5.890617
B11 <-						
EST	.0436896	.2150405	0.20	0.839	-.377782	.4651612
_cons	6.17444	.9339457	6.61	0.000	4.34394	8.00494
Ef1 <-						
EFE	.4726816	.1829004	2.58	0.010	.1142034	.8311599
_cons	3.515721	.558731	6.29	0.000	2.420628	4.610814
Ef2 <-						
EFE	.5833556	.1669567	3.49	0.000	.2561265	.9105846
_cons	3.19023	.514519	6.20	0.000	2.181792	4.198669
Ef3 <-						
EFE	.692306	.1327807	5.21	0.000	.4320605	.9525514
_cons	3.352392	.5364645	6.25	0.000	2.300941	4.403843
Ef4 <-						
EFE	.8711804	.1038916	8.39	0.000	.6675565	1.074804
_cons	3.217142	.5181489	6.21	0.000	2.201589	4.232695
Variance						
e.B1	.8910174	.130298			.6689761	1.186757
e.B2	.3514397	.1324364			.1679131	.7355584
e.B3	.652954	.169485			.3925899	1.085991
e.B4	.4277244	.1473447			.2177398	.8402149
e.B5	.4239072	.1556891			.206371	.870749
e.B6	.0972929	.0801968			.0193398	.4894538
e.B7	.587548	.1714885			.3315904	1.041082
e.B8	.8857945	.1314104			.6622998	1.184708
e.B9	.719429	.1663848			.4572226	1.132005
e.B10	.7041328	.1678405			.4413245	1.123443
e.B11	.9980912	.0187901			.9619345	1.035607
e.Ef1	.7765721	.1729074			.501947	1.20145
e.Ef2	.6596963	.1947902			.3698347	1.17674
e.Ef3	.5207125	.1838498			.2606521	1.040243
e.Ef4	.2410447	.1810167			.0553188	1.050321
e.EFE	.5276632	.1965288			.254288	1.094934
EST	1	.			.	.

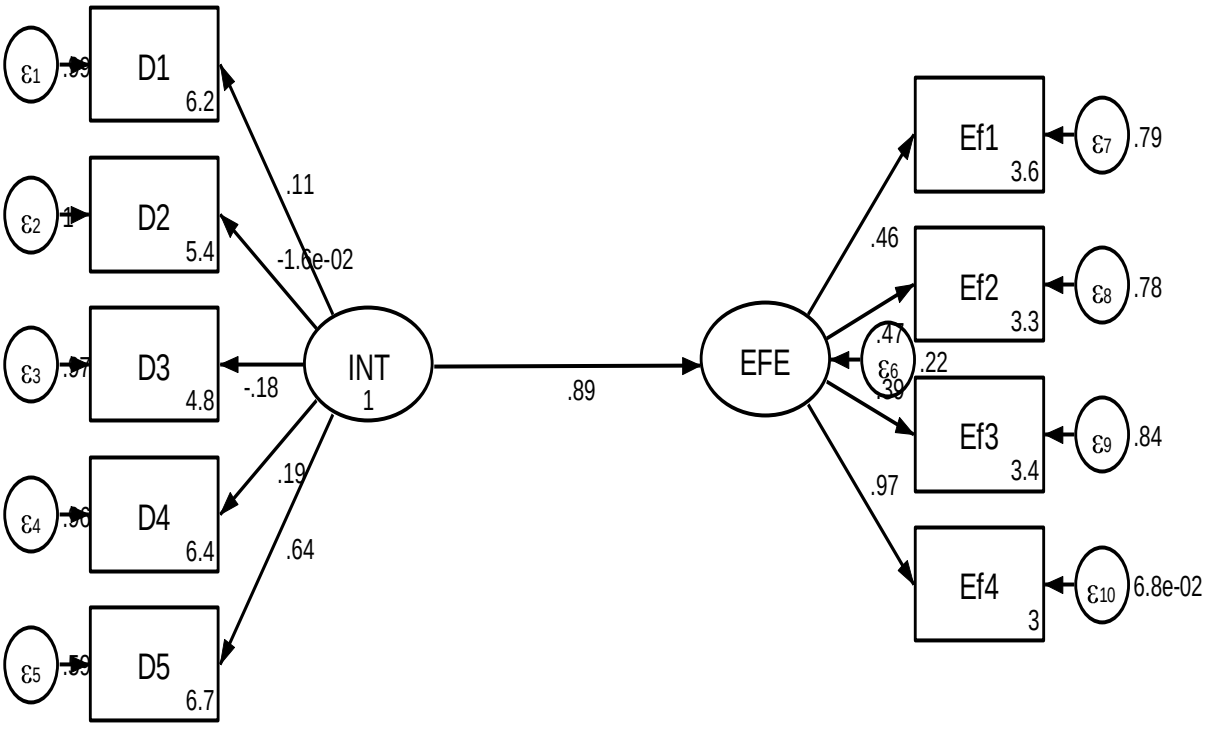
LR test of model vs. saturated: chi2(89) = 175.45, Prob > chi2 = 0.0000

.

APÉNDICE APC-4 - IDENTIFICACIÓN SUBMODELO 2

Figura 13

Identificación de Submodelo 2: Relación causal INT - EFE



Fuente: Resultados de la modelización SEM-STATA.

SEM STATA Submodelo 2

```
. sem (INT -> D1) (INT -> D2) (INT -> D3) (INT -> D4) (INT -> D5) (INT -> EFE) (
> EFE -> Ef1) (EFE -> Ef2) (EFE -> Ef3) (EFE -> Ef4), standardized latent(INT EF
> E )
(1 observations with missing values excluded;
 specify option 'method(mlmv)' to use all observations)

Endogenous variables

Measurement:  D1 D2 D3 D4 D5 Ef1 Ef2 Ef3 Ef4
Latent:       EFE

Exogenous variables

Latent:       INT

Fitting target model:

Iteration 0:   log likelihood = -269.61111  (not concave)
Iteration 1:   log likelihood = -268.27329  (not concave)
Iteration 2:   log likelihood =  -267.1577  (not concave)
Iteration 3:   log likelihood = -265.16932  (not concave)
Iteration 4:   log likelihood = -263.55531  (not concave)
Iteration 5:   log likelihood = -263.11573  (not concave)
Iteration 6:   log likelihood = -262.65983
Iteration 7:   log likelihood = -262.43956  (not concave)
Iteration 8:   log likelihood = -261.87024
Iteration 9:   log likelihood = -261.81813
Iteration 10:  log likelihood = -261.73141
Iteration 11:  log likelihood = -261.71321
Iteration 12:  log likelihood = -261.69693
Iteration 13:  log likelihood = -261.67734
Iteration 14:  log likelihood = -261.67487
Iteration 15:  log likelihood = -261.67481
Iteration 16:  log likelihood = -261.67412
Iteration 17:  log likelihood = -261.67409
Iteration 18:  log likelihood = -261.67407

Structural equation model                       Number of obs      =         26
Estimation method  = ml
Log likelihood     = -261.67407

 ( 1)  [Ef1]EFE = 1
 ( 2)  [D1]INT = 1
```

Standardized	OIM Coef.	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
Structural						
EFE <-						
INT	.8854259	.547179	1.62	0.106	-.1870253	1.957877
Measurement						
D1 <-						
INT	.1073661	.2960251	0.36	0.717	-.4728323	.6875646
_cons	6.219641	.8845244	7.03	0.000	4.486005	7.953277
D2 <-						
INT	-.0160876	.2500013	-0.06	0.949	-.506081	.4739059
_cons	5.411145	.7755952	6.98	0.000	3.891006	6.931283
D3 <-						
INT	-.1769253	.3266292	-0.54	0.588	-.8171067	.4632561
_cons	4.848051	.700324	6.92	0.000	3.475441	6.220661
D4 <-						
INT	.193893	.2331087	0.83	0.406	-.2629916	.6507776
_cons	6.428346	.9127686	7.04	0.000	4.639352	8.217339
D5 <-						
INT	.6441657	.4688396	1.37	0.169	-.2747431	1.563075
_cons	6.746934	.9559637	7.06	0.000	4.87328	8.620589

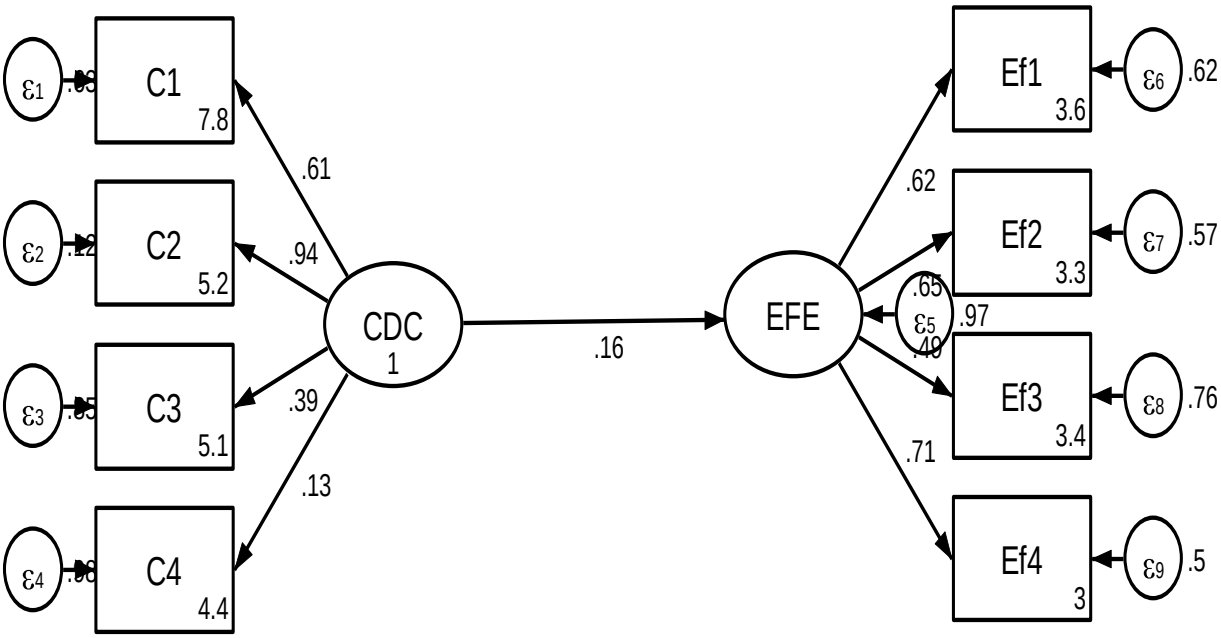
Ef1 <-						
EFE	.4604389	.2508228	1.84	0.066	-.0311647	.9520425
_cons	3.648041	.5425735	6.72	0.000	2.584617	4.711466
Ef2 <-						
EFE	.4732009	.2759672	1.71	0.086	-.067685	1.014087
_cons	3.296223	.4973985	6.63	0.000	2.321339	4.271106
Ef3 <-						
EFE	.3941277	.1836031	2.15	0.032	.0342723	.7539832
_cons	3.383989	.5086062	6.65	0.000	2.387139	4.380839
Ef4 <-						
EFE	.9653881	.2753066	3.51	0.000	.4257971	1.504979
_cons	3.000002	.4599333	6.52	0.000	2.09855	3.901455
Variance						
e.D1	.9884725	.0635661			.8714169	1.121252
e.D2	.9997412	.0080438			.9840992	1.015632
e.D3	.9686974	.1155779			.7667062	1.223904
e.D4	.9624055	.0903963			.800584	1.156936
e.D5	.5850505	.6040208			.0773378	4.425835
e.Ef1	.787996	.2309771			.4436292	1.399677
e.Ef2	.7760809	.2611759			.4012829	1.50094
e.Ef3	.8446633	.1447262			.6037223	1.181762
e.Ef4	.0680258	.5315554			1.52e-08	304778.5
e.EFE	.216021	.968973			.0000328	1421.032
INT	1	.			.	.

LR test of model vs. saturated: chi2(26) = 33.44, Prob > chi2 = 0.1498

APÉNDICE APC-5 - IDENTIFICACIÓN SUBMODELO 3

Figura 14

Identificación de Submodelo 3: Relación causal CDC - EFE



Fuente: Resultados de la modelización SEM-STATA.

SEM STATA Submodelo 3

```
. sem (CDC -> C1) (CDC -> C2) (CDC -> C3) (CDC -> C4) (CDC -> EFE) (EFE -> Ef1)
> (EFE -> Ef2) (EFE -> Ef3) (EFE -> Ef4), standardized latent(CDC EFE )
(1 observations with missing values excluded;
 specify option 'method(mlmv)' to use all observations)

Endogenous variables

Measurement:  C1 C2 C3 C4 Ef1 Ef2 Ef3 Ef4
Latent:       EFE

Exogenous variables

Latent:       CDC

Fitting target model:

Iteration 0:   log likelihood = -240.46703
Iteration 1:   log likelihood = -239.86074  (not concave)
Iteration 2:   log likelihood = -239.55864  (not concave)
Iteration 3:   log likelihood = -239.46566  (not concave)
Iteration 4:   log likelihood = -239.38634  (not concave)
Iteration 5:   log likelihood = -239.18408  (not concave)
Iteration 6:   log likelihood =    -238.82
Iteration 7:   log likelihood = -238.44195
Iteration 8:   log likelihood = -238.35651
Iteration 9:   log likelihood = -238.35111
Iteration 10:  log likelihood = -238.35072
Iteration 11:  log likelihood = -238.35072

Structural equation model                       Number of obs      =         26
Estimation method  = ml
Log likelihood     = -238.35072

 ( 1)  [Ef1]EFE = 1
 ( 2)  [C1]CDC = 1
```

Standardized	Coef.	OIM Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
Structural						
EFE <-						
CDC	.1628844	.2562173	0.64	0.525	-.3392923	.665061
Measurement						
C1 <-						
CDC	.6059799	.1927718	3.14	0.002	.2281541	.9838058
_cons	7.820721	1.102126	7.10	0.000	5.660595	9.980848
C2 <-						
CDC	.939351	.258513	3.63	0.000	.4326749	1.446027
_cons	5.17439	.7438757	6.96	0.000	3.71642	6.63236
C3 <-						
CDC	.3916775	.2192908	1.79	0.074	-.0381245	.8214795
_cons	5.116818	.7361779	6.95	0.000	3.673935	6.5597
C4 <-						
CDC	.1275313	.2052059	0.62	0.534	-.2746648	.5297275
_cons	4.447661	.6472084	6.87	0.000	3.179156	5.716166
Ef1 <-						
EFE	.6161481	.170401	3.62	0.000	.2821682	.9501279
_cons	3.648037	.5425753	6.72	0.000	2.584609	4.711465
Ef2 <-						
EFE	.6549221	.172393	3.80	0.000	.3170381	.9928061
_cons	3.296222	.4973986	6.63	0.000	2.321339	4.271105
Ef3 <-						
EFE	.4914134	.1893567	2.60	0.009	.120281	.8625458
_cons	3.383988	.5086062	6.65	0.000	2.387138	4.380838

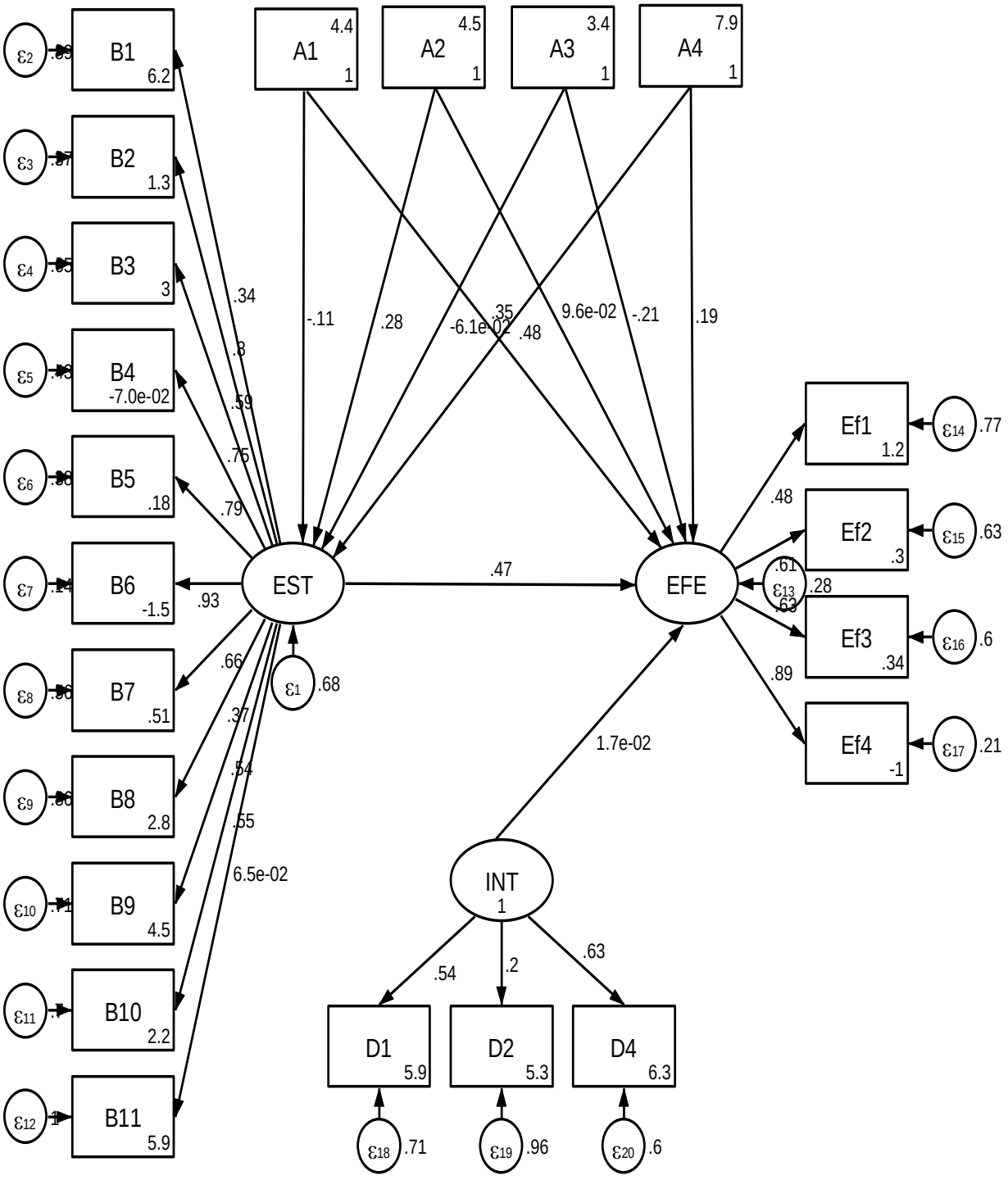
Ef4 <-						
EFE	.7081948	.1664852	4.25	0.000	.3818898	1.0345
_cons	3	.4599331	6.52	0.000	2.098548	3.901452
Variance						
e.C1	.6327883	.2336317			.3068926	1.30476
e.C2	.1176196	.4856689			.000036	384.7843
e.C3	.8465887	.1717825			.5687926	1.260059
e.C4	.9837358	.0523404			.8863182	1.091861
e.Ef1	.6203615	.2099845			.3195391	1.204386
e.Ef2	.5710771	.2258079			.2631017	1.239555
e.Ef3	.7585129	.1861049			.4689391	1.226901
e.Ef4	.4984602	.2358079			.1972197	1.259826
e.EFE	.9734687	.0834676			.8228826	1.151612
CDC	1	.			.	.

LR test of model vs. saturated: chi2(19) = 28.49, Prob > chi2 = 0.0744

APÉNDICE APC-6 - IDENTIFICACIÓN MODELO GLOBAL 1

Figura 15

Identificación de Modelo global 1 - Nivel de significancia = 0.000



Fuente: Resultados de la modelización SEM-STATA.

SEM STATA Modelo Global 1

```
. sem (EST -> B1) (EST -> B2) (EST -> B3) (EST -> B4) (EST -> B5) (EST -> B6) (E
> ST -> B7) (EST -> B8) (EST -> B9) (EST -> B10) (EST -> B11) (EST -> EFE) (EFE
> -> Ef1) (EFE -> Ef2) (EFE -> Ef3) (EFE -> Ef4) (INT -> EFE) (INT -> D1) (INT -
> > D2) (INT -> D4) (A1 -> EST) (A1 -> EFE) (A2 -> EST) (A2 -> EFE) (A3 -> EST)
> (A3 -> EFE) (A4 -> EST) (A4 -> EFE), covstruct(_lexogenous,diagonal) cov(_lexo
> genous*_oexogenous@0) standardized latent(EST EFE INT )
(4 observations with missing values excluded;
 specify option 'method(mlmv)' to use all observations)

Endogenous variables

Measurement:  B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B10 B11 Ef1 Ef2 Ef3 Ef4 D1 D2 D4
Latent:       EST EFE

Exogenous variables

Observed:     A1 A2 A3 A4
Latent:       INT

Fitting target model:

Iteration 0:   log likelihood = -827.86905  (not concave)
Iteration 1:   log likelihood = -795.89093  (not concave)
Iteration 2:   log likelihood = -579.77803  (not concave)
Iteration 3:   log likelihood = -574.17601  (not concave)
Iteration 4:   log likelihood = -560.10011  (not concave)
Iteration 5:   log likelihood = -552.82007  (not concave)
Iteration 6:   log likelihood = -550.56964  (not concave)
Iteration 7:   log likelihood = -548.57973  (not concave)
Iteration 8:   log likelihood = -547.07319  (not concave)
Iteration 9:   log likelihood =  -546.1461  (not concave)
Iteration 10:  log likelihood = -545.68696  (not concave)
Iteration 11:  log likelihood = -544.54022  (not concave)
Iteration 12:  log likelihood =  -543.3238  (not concave)
Iteration 13:  log likelihood = -543.09213  (not concave)
Iteration 14:  log likelihood = -542.88805
Iteration 15:  log likelihood = -540.61358  (not concave)
Iteration 16:  log likelihood = -540.35638  (not concave)
Iteration 17:  log likelihood =  -540.1244  (not concave)
Iteration 18:  log likelihood = -539.95088  (not concave)
Iteration 19:  log likelihood = -539.85424  (not concave)
Iteration 20:  log likelihood = -539.71051
Iteration 21:  log likelihood = -537.87842  (not concave)
Iteration 22:  log likelihood = -537.49695
Iteration 23:  log likelihood = -536.13045  (not concave)
Iteration 24:  log likelihood = -535.81407
Iteration 25:  log likelihood = -535.65828  (not concave)
Iteration 26:  log likelihood = -535.43931
Iteration 27:  log likelihood = -535.33295
Iteration 28:  log likelihood = -535.31867
Iteration 29:  log likelihood = -535.31832
Iteration 30:  log likelihood = -535.31829
Iteration 31:  log likelihood = -535.31829
Iteration 32:  log likelihood = -535.31828

Structural equation model                       Number of obs      =         23
Estimation method  = ml
Log likelihood     = -535.31828

 ( 1)  [B1]EST = 1
 ( 2)  [Ef1]EFE = 1
 ( 3)  [D1]INT = 1
 ( 4)  [cov(A1,INT)]_cons = 0
 ( 5)  [cov(A2,INT)]_cons = 0
 ( 6)  [cov(A3,INT)]_cons = 0
 ( 7)  [cov(A4,INT)]_cons = 0
```

Standardized	Coef.	OIM Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
Structural						
EST <-						
A1	-.1113276	.2394644	-0.46	0.642	-.5806691	.358014

A2	.2754508	.2279371	1.21	0.227	-.1712977	.7221992
A3	-.0609545	.2004079	-0.30	0.761	-.4537466	.3318377
A4	.475755	.2090788	2.28	0.023	.0659681	.885542
EFE <-						
EST	.4730551	.192618	2.46	0.014	.0955308	.8505794
A1	.3455337	.1896059	1.82	0.068	-.0260872	.7171545
A2	.0962828	.1977797	0.49	0.626	-.2913583	.483924
A3	-.2070092	.1638526	-1.26	0.206	-.5281544	.1141359
A4	.1901797	.2137358	0.89	0.374	-.2287348	.6090941
INT	.0172478	.2601781	0.07	0.947	-.4926918	.5271875
Measurement						
B1 <-						
EST	.3373668	.2079656	1.62	0.105	-.0702383	.7449718
_cons	6.240859	1.708829	3.65	0.000	2.891616	9.590101
B2 <-						
EST	.7955447	.0880949	9.03	0.000	.6228818	.9682075
_cons	1.346851	1.455803	0.93	0.355	-1.50647	4.200173
B3 <-						
EST	.5890175	.1441948	4.08	0.000	.3064008	.8716342
_cons	2.961392	1.474839	2.01	0.045	.0707602	5.852024
B4 <-						
EST	.7520443	.0998809	7.53	0.000	.5562813	.9478073
_cons	-.0704897	1.281205	-0.06	0.956	-2.581606	2.440627
B5 <-						
EST	.7884652	.0960163	8.21	0.000	.6002766	.9766538
_cons	.1815738	1.406193	0.13	0.897	-2.574514	2.937662
B6 <-						
EST	.929387	.0517949	17.94	0.000	.8278708	1.030903
_cons	-1.510173	1.307634	-1.15	0.248	-4.073088	1.052743
B7 <-						
EST	.6619019	.1278034	5.18	0.000	.4114117	.912392
_cons	.5131933	1.302778	0.39	0.694	-2.040205	3.066591
B8 <-						
EST	.368178	.1928918	1.91	0.056	-.0098829	.746239
_cons	2.831757	1.322716	2.14	0.032	.239282	5.424233
B9 <-						
EST	.5353992	.1563214	3.42	0.001	.229015	.8417834
_cons	4.544014	1.608321	2.83	0.005	1.391764	7.696265
B10 <-						
EST	.5507423	.1526554	3.61	0.000	.2515431	.8499415
_cons	2.159169	1.366061	1.58	0.114	-.5182604	4.836598
B11 <-						
EST	.0647584	.217502	0.30	0.766	-.3615377	.4910545
_cons	5.896662	1.354649	4.35	0.000	3.241598	8.551725
Ef1 <-						
EFE	.4822718	.173268	2.78	0.005	.1426728	.8218708
_cons	1.209448	1.27959	0.95	0.345	-1.298503	3.717398
Ef2 <-						
EFE	.6050524	.1684602	3.59	0.000	.2748764	.9352283
_cons	.2968318	1.414472	0.21	0.834	-2.475482	3.069146
Ef3 <-						
EFE	.6310468	.1542257	4.09	0.000	.3287701	.9333235
_cons	.3354053	1.210326	0.28	0.782	-2.036789	2.7076
Ef4 <-						
EFE	.8904885	.0900212	9.89	0.000	.7140502	1.066927
_cons	-1.039612	1.249799	-0.83	0.406	-3.489173	1.409949
D1 <-						

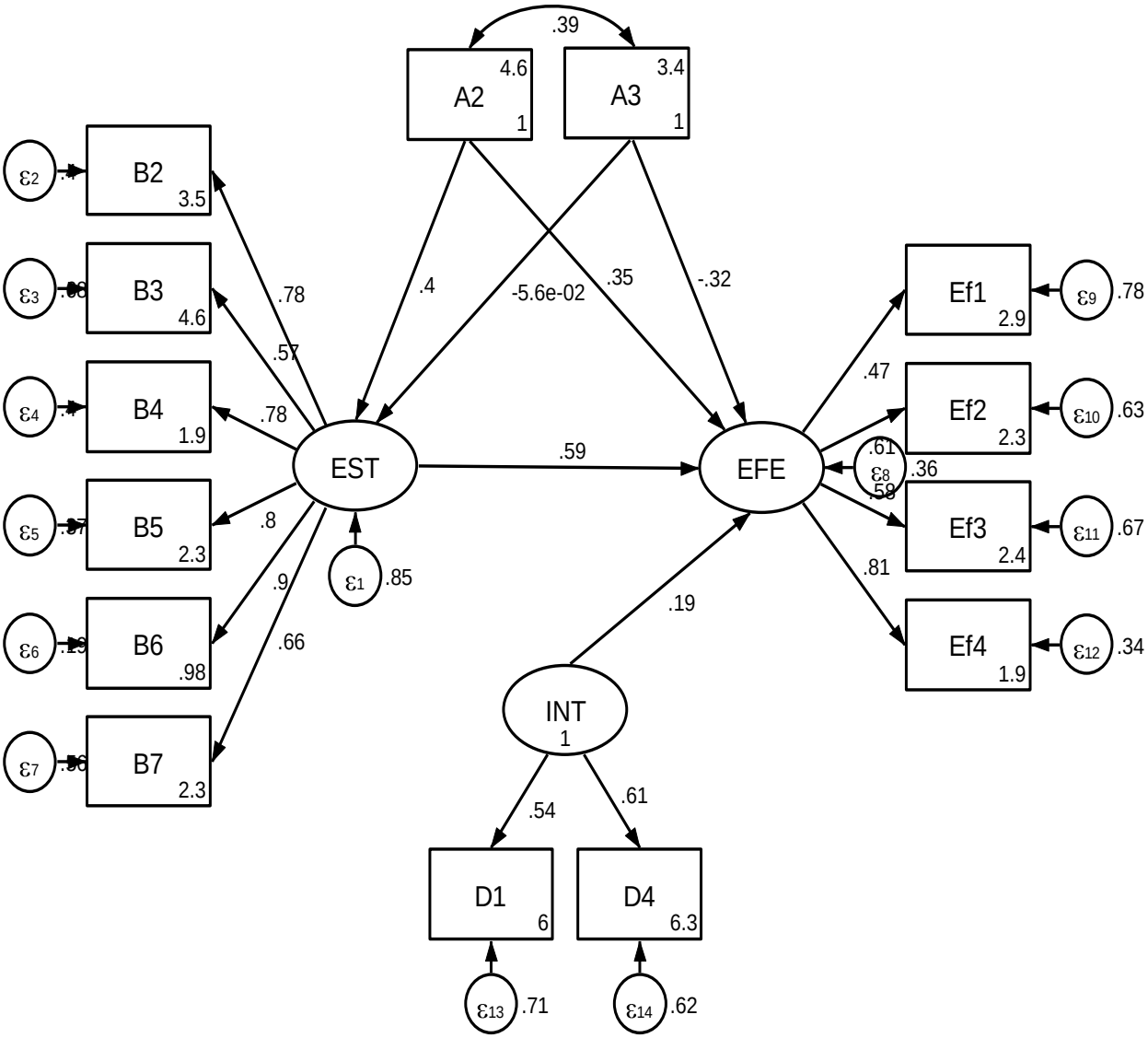
INT	.5405235	.7002566	0.77	0.440	-.8319542	1.913001
_cons	5.858449	.8885923	6.59	0.000	4.116841	7.600058
D2 <-						
INT	.2018653	.2913042	0.69	0.488	-.3690803	.7728109
_cons	5.255862	.8024973	6.55	0.000	3.682996	6.828728
D4 <-						
INT	.6290059	.7855286	0.80	0.423	-.9106018	2.168614
_cons	6.26131	.946435	6.62	0.000	4.406331	8.116288
Variance						
e.B1	.8861837	.1403213			.649743	1.208665
e.B2	.3671087	.1401669			.173698	.77588
e.B3	.6530584	.1698666			.3922352	1.08732
e.B4	.4344294	.1502297			.2205798	.8556036
e.B5	.3783226	.1514111			.1726621	.8289484
e.B6	.1362399	.096275			.0341033	.5442676
e.B7	.5618859	.1691867			.3114204	1.013793
e.B8	.8644449	.142037			.6264355	1.192884
e.B9	.7133477	.1673887			.4503653	1.129894
e.B10	.6966829	.1681476			.434104	1.118089
e.B11	.9958064	.0281702			.9420966	1.052578
e.Ef1	.7674139	.1671245			.5007929	1.175983
e.Ef2	.6339116	.2038545			.3375186	1.190583
e.Ef3	.6017799	.1946472			.3192379	1.134386
e.Ef4	.2070301	.1603257			.0453792	.9445189
e.D1	.7078343	.7570103			.0870149	5.75797
e.D2	.9592504	.1176084			.7543465	1.219813
e.D4	.6043516	.9882042			.024516	14.89807
e.EST	.6761444	.1609942			.4239972	1.078241
e.EFE	.2812106	.1510801			.0981126	.8060072
INT	1	.			.	.
Covariance						
A1						
INT	0	(constrained)				
A2						
INT	0	(constrained)				
A3						
INT	0	(constrained)				
A4						
INT	0	(constrained)				

LR test of model vs. saturated: chi2(197) = 558.47, Prob > chi2 = 0.0000

.

Figura 16

Identificación de Modelo global 2 - Nivel de significancia = 0.0093



Fuente: Resultados de la modelización SEM-STATA.

SEM STATA Modelo Global 2

```
sem (EST -> B2) (EST -> B3) (EST -> B4) (EST -> B5) (EST -> B6) (EST -> B7) (EST
>  -> EFE) (EFE -> Ef1) (EFE -> Ef2) (EFE -> Ef3) (EFE -> Ef4) (INT -> EFE) (INT
>  -> D1) (INT -> D4) (A2 -> EST) (A2 -> EFE) (A3 -> EST) (A3 -> EFE), covstruct
> (_lexogenous,diagonal) cov(_lexogenous*_oexogenous@0) standardized latent(EST
> EFE INT ) cov( A2*A3)
(3 observations with missing values excluded;
 specify option 'method(mlmv)' to use all observations)

Endogenous variables

Measurement:  B2 B3 B4 B5 B6 B7 Ef1 Ef2 Ef3 Ef4 D1 D4
Latent:       EST EFE

Exogenous variables

Observed:     A2 A3
Latent:       INT

Fitting target model:

Iteration 0:   log likelihood = -450.00712  (not concave)
Iteration 1:   log likelihood = -446.00108  (not concave)
Iteration 2:   log likelihood = -404.81282  (not concave)
Iteration 3:   log likelihood = -399.20733  (not concave)
Iteration 4:   log likelihood = -390.37982  (not concave)
Iteration 5:   log likelihood =  -387.9131
Iteration 6:   log likelihood = -386.54937
Iteration 7:   log likelihood = -385.39493  (not concave)
Iteration 8:   log likelihood = -384.58262
Iteration 9:   log likelihood = -384.43795
Iteration 10:  log likelihood = -384.41047
Iteration 11:  log likelihood = -384.40875
Iteration 12:  log likelihood = -384.40806
Iteration 13:  log likelihood = -384.40806

Structural equation model                       Number of obs      =         24
Estimation method  = ml
Log likelihood     = -384.40806

 ( 1)  [B2]EST = 1
 ( 2)  [Ef1]EFE = 1
 ( 3)  [D1]INT = 1
 ( 4)  [cov(A2,INT)]_cons = 0
 ( 5)  [cov(A3,INT)]_cons = 0
```

Standardized	Coef.	OIM Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
Structural						
EST <-						
A2	.4011092	.1968073	2.04	0.042	.0153739	.7868445
A3	-.0556761	.2180946	-0.26	0.799	-.4831338	.3717815
EFE <-						
EST	.5920105	.1847943	3.20	0.001	.2298204	.9542007
A2	.3473276	.2070288	1.68	0.093	-.0584414	.7530967
A3	-.3152841	.1862426	-1.69	0.090	-.680313	.0497447
INT	.1883011	.2568616	0.73	0.464	-.3151384	.6917406
Measurement						
B2 <-						
EST	.7751172	.0965712	8.03	0.000	.5858411	.9643934
_cons	3.548278	1.126554	3.15	0.002	1.340272	5.756284
B3 <-						
EST	.5668016	.1495864	3.79	0.000	.2736177	.8599856
_cons	4.581922	1.097739	4.17	0.000	2.430393	6.733451
B4 <-						
EST	.7774864	.0948696	8.20	0.000	.5915453	.9634275
_cons	1.932339	.957626	2.02	0.044	.0554261	3.809251
B5 <-						

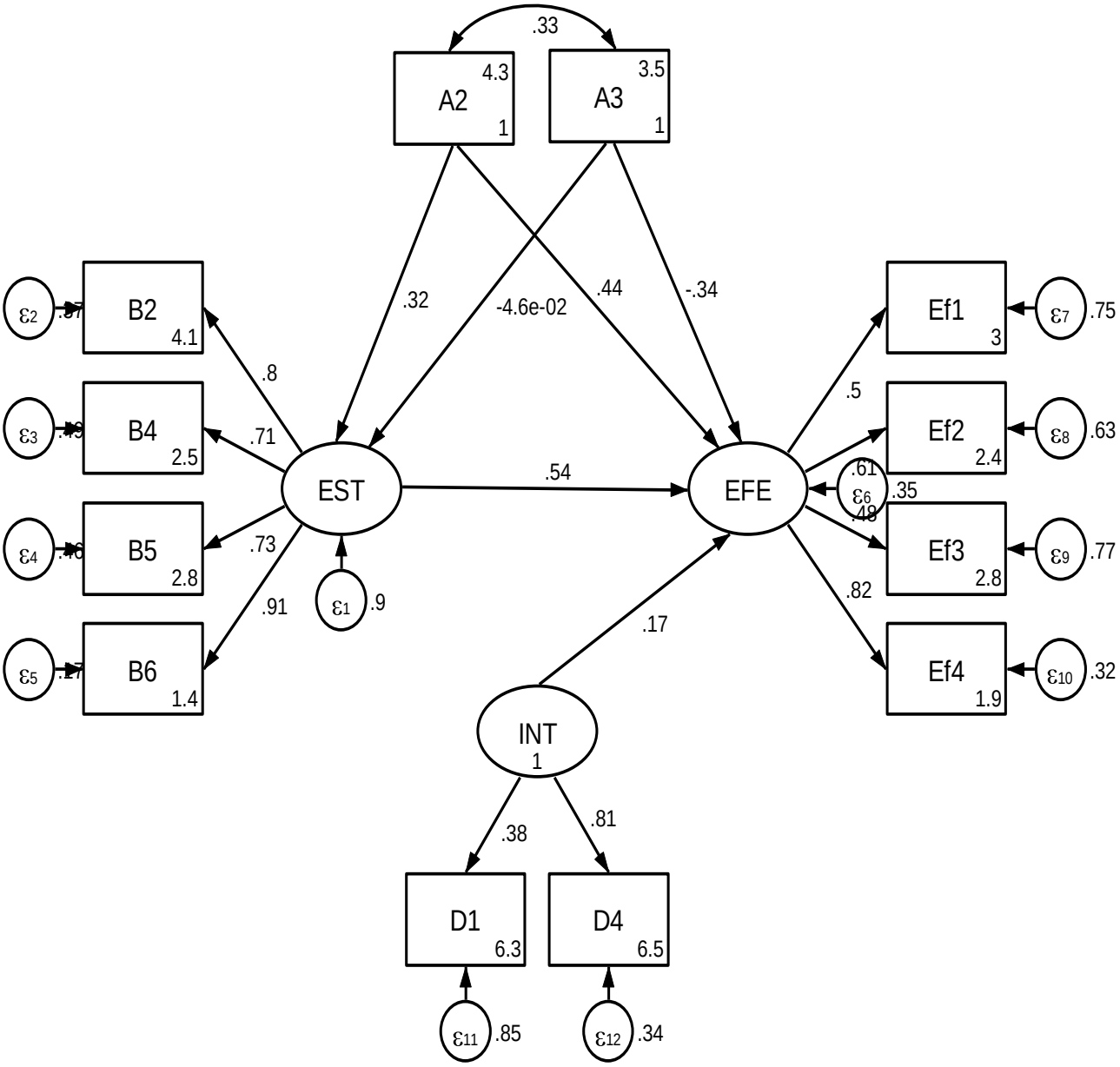
EST	.7952617	.0929643	8.55	0.000	.613055	.9774684
_cons	2.332148	1.017785	2.29	0.022	.3373252	4.326971
B6 <-						
EST	.8975536	.0619452	14.49	0.000	.7761433	1.018964
_cons	.983193	.9763924	1.01	0.314	-.930501	2.896887
B7 <-						
EST	.6603811	.1276001	5.18	0.000	.4102895	.9104727
_cons	2.331411	.9185016	2.54	0.011	.5311813	4.131642
Ef1 <-						
EFE	.4723685	.1851788	2.55	0.011	.1094246	.8353123
_cons	2.883486	.8233523	3.50	0.000	1.269745	4.497227
Ef2 <-						
EFE	.6070595	.1643735	3.69	0.000	.2848934	.9292256
_cons	2.347998	.8659759	2.71	0.007	.6507163	4.045279
Ef3 <-						
EFE	.5779734	.1722097	3.36	0.001	.2404485	.9154983
_cons	2.414648	.8400226	2.87	0.004	.7682342	4.061062
Ef4 <-						
EFE	.8144226	.1198473	6.80	0.000	.5795263	1.049319
_cons	1.865225	1.007069	1.85	0.064	-.1085943	3.839044
D1 <-						
INT	.5359686	.5533435	0.97	0.333	-.5485648	1.620502
_cons	5.98131	.8871084	6.74	0.000	4.24261	7.72001
D4 <-						
INT	.6138407	.6246126	0.98	0.326	-.6103775	1.838059
_cons	6.305975	.932787	6.76	0.000	4.477746	8.134204
Variance						
e.B2	.3991933	.1497081			.191408	.8325424
e.B3	.6787359	.1695716			.4159502	1.107542
e.B4	.3955149	.1475197			.1904059	.8215713
e.B5	.3675588	.1478619			.1670724	.8086286
e.B6	.1943975	.1111982			.0633565	.5964725
e.B7	.5638968	.1685294			.3139097	1.012965
e.Ef1	.776868	.1749453			.4996462	1.207903
e.Ef2	.6314788	.199569			.339899	1.173188
e.Ef3	.6659467	.1990653			.3706787	1.196413
e.Ef4	.3367158	.1952126			.1080874	1.048943
e.D1	.7127377	.5931494			.1394919	3.641753
e.D4	.6231996	.7668252			.0558796	6.950255
e.EST	.8533729	.1373993			.622428	1.170007
e.EFE	.3605229	.2			.1215427	1.069391
INT	1	.			.	.
Covariance						
A2						
A3	.3887054	.1615102	2.41	0.016	.0721511	.7052596
INT	0	(constrained)				
A3						
INT	0	(constrained)				

LR test of model vs. saturated: chi2(72) = 103.23, Prob > chi2 = 0.0093

APÉNDICE APC-8 - IDENTIFICACIÓN MODELO GLOBAL 3

Figura 17

Identificación de Modelo global 3 - Nivel de significancia = 0.5593



Fuente: Resultados de la modelización SEM-STATA.

SEM STATA Modelo Global 3

```
. sem (EST -> B2) (EST -> B4) (EST -> B5) (EST -> B6) (EST -> EFE) (EFE -> Ef1)
> (EFE -> Ef2) (EFE -> Ef3) (EFE -> Ef4) (INT -> EFE) (INT -> D1) (INT -> D4) (A
> 2 -> EST) (A2 -> EFE) (A3 -> EST) (A3 -> EFE), covstruct(_lexogenous,diagonal)
>  cov(_lexogenous*_oexogenous@0) method(mlmv) standardized latent(EST EFE INT )
>  cov( A2*A3)

Endogenous variables

Measurement:  B2 B4 B5 B6 Ef1 Ef2 Ef3 Ef4 D1 D4
Latent:       EST EFE

Exogenous variables

Observed:     A2 A3
Latent:       INT

Fitting saturated model:

Iteration 0:   log likelihood = -351.03394
Iteration 1:   log likelihood = -347.43407
Iteration 2:   log likelihood = -346.74303
Iteration 3:   log likelihood = -346.73463
Iteration 4:   log likelihood = -346.73461

Fitting baseline model:

Iteration 0:   log likelihood = -416.32446
Iteration 1:   log likelihood = -416.29393
Iteration 2:   log likelihood = -416.29383
Iteration 3:   log likelihood = -416.29383

Fitting target model:

Iteration 0:   log likelihood = -427.05142  (not concave)
Iteration 1:   log likelihood = -423.04085  (not concave)
Iteration 2:   log likelihood =  -403.7769  (not concave)
Iteration 3:   log likelihood = -400.09941  (not concave)
Iteration 4:   log likelihood = -383.97536  (not concave)
Iteration 5:   log likelihood = -376.38405  (not concave)
Iteration 6:   log likelihood = -373.30475  (not concave)
Iteration 7:   log likelihood = -372.50689  (not concave)
Iteration 8:   log likelihood = -371.85573  (not concave)
Iteration 9:   log likelihood =  -371.5429
Iteration 10:  log likelihood = -371.13643  (not concave)
Iteration 11:  log likelihood = -370.37282
Iteration 12:  log likelihood = -370.25747
Iteration 13:  log likelihood = -370.18041  (not concave)
Iteration 14:  log likelihood = -370.17881
Iteration 15:  log likelihood = -370.17729
Iteration 16:  log likelihood = -370.17706
Iteration 17:  log likelihood = -370.17706

Structural equation model                       Number of obs      =         27
Estimation method  = mlmv
Log likelihood     = -370.17706

 ( 1)  [B2]EST = 1
 ( 2)  [Ef1]EFE = 1
 ( 3)  [D1]INT = 1
 ( 4)  [cov(A2,INT)]_cons = 0
 ( 5)  [cov(A3,INT)]_cons = 0
```

Standardized	Coef.	OIM Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
Structural						
EST <-						
A2	.3248563	.2023212	1.61	0.108	-.0716861	.7213986
A3	-.0455968	.2094469	-0.22	0.828	-.4561051	.3649115
EFE <-						
EST	.5350316	.1826392	2.93	0.003	.1770654	.8929979
A2	.4362491	.1852256	2.36	0.019	.0732135	.7992847

A3	-.336244	.1741866	-1.93	0.054	-.6776435	.0051555
INT	.1734132	.2609508	0.66	0.506	-.3380408	.6848673
Measurement						
B2 <-						
EST	.7964087	.0878772	9.06	0.000	.6241726	.9686448
_cons	4.058915	1.106462	3.67	0.000	1.89029	6.227541
B4 <-						
EST	.7145224	.1112192	6.42	0.000	.4965368	.9325081
_cons	2.473336	.8912045	2.78	0.006	.7266069	4.220065
B5 <-						
EST	.734287	.1082936	6.78	0.000	.5220355	.9465385
_cons	2.824732	.9375363	3.01	0.003	.9871948	4.66227
B6 <-						
EST	.9102052	.0625831	14.54	0.000	.7875446	1.032866
_cons	1.448462	.9725467	1.49	0.136	-.4576944	3.354619
Ef1 <-						
EFE	.4994859	.1688821	2.96	0.003	.1684831	.8304886
_cons	2.988385	.7749003	3.86	0.000	1.469608	4.507161
Ef2 <-						
EFE	.6117829	.1537895	3.98	0.000	.310361	.9132048
_cons	2.422397	.7993967	3.03	0.002	.8556078	3.989185
Ef3 <-						
EFE	.4812316	.1765896	2.73	0.006	.1351224	.8273408
_cons	2.784756	.7319695	3.80	0.000	1.350122	4.219389
Ef4 <-						
EFE	.8217029	.1131642	7.26	0.000	.5999052	1.043501
_cons	1.867277	.9063966	2.06	0.039	.0907723	3.643782
D1 <-						
INT	.3836232	.4816505	0.80	0.426	-.5603945	1.327641
_cons	6.335522	.8833029	7.17	0.000	4.60428	8.066763
D4 <-						
INT	.814851	.9648779	0.84	0.398	-1.076275	2.705977
_cons	6.476245	.9020464	7.18	0.000	4.708267	8.244223
Mean						
A2	4.337972	.6209014	6.99	0.000	3.121028	5.554916
A3	3.535534	.5181877	6.82	0.000	2.519905	4.551163
Variance						
e.B2	.3657332	.1399723			.1727408	.7743436
e.B4	.4894577	.1589373			.2590073	.92495
e.B5	.4608226	.1590371			.2342992	.9063517
e.B6	.1715264	.113927			.0466624	.6305141
e.Ef1	.7505139	.1687084			.4830774	1.166006
e.Ef2	.6257217	.1881716			.3470577	1.128134
e.Ef3	.7684162	.169961			.4981095	1.185409
e.Ef4	.3248044	.1859746			.1057416	.9976955
e.D1	.8528333	.3695446			.3647763	1.993892
e.D4	.3360179	1.572463			.0000349	3233.934
e.EST	.9021791	.1185219			.6973775	1.167126
e.EFE	.3548487	.1957658			.1203498	1.046263
A2	1	.			.	.
A3	1	.			.	.
INT	1	.			.	.
Covariance						
A2						
A3	.330458	.1714341	1.93	0.054	-.0055466	.6664626
INT	0	(constrained)				
A3						
INT	0	(constrained)				

LR test of model vs. saturated: chi2(49) = 46.88, Prob > chi2 = 0.5593

SEM STATA Modelo Global 4

```
. sem (EST -> B2) (EST -> B3) (EST -> B4) (EST -> B5) (EST -> B6) (EST -> B7) (E
> ST -> EFE) (EFE -> Ef1) (EFE -> Ef2) (EFE -> Ef4) (INT -> EFE) (INT -> D1) (IN
> T -> D4) (A2 -> EST) (A2 -> EFE) (A3 -> EST) (A3 -> EFE), covstruct(_lexogenou
> s,diagonal) cov(_lexogenous*_oexogenous@0) method(mlmv) standardized latent(ES
> T EFE INT ) cov( A2*A3)

Endogenous variables

Measurement:  B2 B3 B4 B5 B6 B7 Ef1 Ef2 Ef4 D1 D4
Latent:       EST EFE

Exogenous variables

Observed:     A2 A3
Latent:       INT

Fitting saturated model:

Iteration 0:   log likelihood = -378.81157
Iteration 1:   log likelihood = -364.53627
Iteration 2:   log likelihood = -359.23227
Iteration 3:   log likelihood = -358.55425
Iteration 4:   log likelihood = -358.52422
Iteration 5:   log likelihood = -358.52415
Iteration 6:   log likelihood = -358.52415

Fitting baseline model:

Iteration 0:   log likelihood = -447.02011
Iteration 1:   log likelihood = -446.94331
Iteration 2:   log likelihood = -446.94291
Iteration 3:   log likelihood = -446.94291

Fitting target model:

Iteration 0:   log likelihood = -466.40871  (not concave)
Iteration 1:   log likelihood = -461.90236  (not concave)
Iteration 2:   log likelihood = -423.64486  (not concave)
Iteration 3:   log likelihood = -419.88475  (not concave)
Iteration 4:   log likelihood = -416.99621  (not concave)
Iteration 5:   log likelihood =  -410.2342  (not concave)
Iteration 6:   log likelihood = -401.37645  (not concave)
Iteration 7:   log likelihood =  -397.9328  (not concave)
Iteration 8:   log likelihood = -397.05989  (not concave)
Iteration 9:   log likelihood = -396.60001  (not concave)
Iteration 10:  log likelihood = -396.17745
Iteration 11:  log likelihood = -395.04597  (not concave)
Iteration 12:  log likelihood = -394.63178  (not concave)
Iteration 13:  log likelihood = -394.59861
Iteration 14:  log likelihood = -394.54548
Iteration 15:  log likelihood = -394.54038
Iteration 16:  log likelihood = -394.53995
Iteration 17:  log likelihood = -394.53992

Structural equation model                       Number of obs      =         27
Estimation method  = mlmv
Log likelihood     = -394.53992

 ( 1)  [B2]EST = 1
 ( 2)  [Ef1]EFE = 1
 ( 3)  [D1]INT = 1
 ( 4)  [cov(A2,INT)]_cons = 0
 ( 5)  [cov(A3,INT)]_cons = 0
```

Standardized	Coef.	OIM Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
Structural						
EST <-						
A2	.3177196	.2019134	1.57	0.116	-.0780234	.7134627
A3	.0038898	.2090381	0.02	0.985	-.4058173	.4135969
EFE <-						
EST	.4684661	.1827352	2.56	0.010	.1103118	.8266205
A2	.4949295	.1800384	2.75	0.006	.1420607	.8477983
A3	-.3390502	.1753845	-1.93	0.053	-.6827974	.0046971
INT	.2468451	.2542266	0.97	0.332	-.2514298	.74512

Measurement						
B2 <-						
EST	.7574722	.0994071	7.62	0.000	.562638	.9523065
_cons	3.998378	1.085862	3.68	0.000	1.870128	6.126628
B3 <-						
EST	.5441866	.147147	3.70	0.000	.2557837	.8325895
_cons	4.66666	1.008687	4.63	0.000	2.689669	6.643651
B4 <-						
EST	.7667511	.0986235	7.77	0.000	.5734525	.9600497
_cons	2.296186	.9267689	2.48	0.013	.4797521	4.112619
B5 <-						
EST	.7448797	.1052692	7.08	0.000	.5385558	.9512036
_cons	2.704248	.9461472	2.86	0.004	.8498332	4.558662
B6 <-						
EST	.8986894	.0634007	14.17	0.000	.7744263	1.022952
_cons	1.350263	.9619558	1.40	0.160	-.5351358	3.235661
B7 <-						
EST	.5968793	.1407647	4.24	0.000	.3209855	.8727731
_cons	2.486892	.8282738	3.00	0.003	.8635049	4.110279
Ef1 <-						
EFE	.5027445	.1687969	2.98	0.003	.1719087	.8335804
_cons	2.868436	.7880141	3.64	0.000	1.323957	4.412915
Ef2 <-						
EFE	.6005885	.1591023	3.77	0.000	.2887537	.9124233
_cons	2.300002	.8078256	2.85	0.004	.7166932	3.883311
Ef4 <-						
EFE	.8316977	.1181492	7.04	0.000	.6001296	1.063266
_cons	1.653421	.8748745	1.89	0.059	-.0613016	3.368143
D1 <-						
INT	.4154037	.3731033	1.11	0.266	-.3158653	1.146673
_cons	6.335458	.8833786	7.17	0.000	4.604067	8.066848
D4 <-						
INT	.7525891	.6169414	1.22	0.223	-.4565938	1.961772
_cons	6.476079	.9020543	7.18	0.000	4.708085	8.244073
Mean						
A2	4.337972	.6209014	6.99	0.000	3.121028	5.554916
A3	3.535534	.5181877	6.82	0.000	2.519905	4.551163
Variance						
e.B2	.4262358	.1505962			.2132584	.8519098
e.B3	.703861	.1601509			.4506209	1.099417
e.B4	.4120928	.1512394			.2007249	.8460359
e.B5	.4451543	.1568258			.2231701	.8879428
e.B6	.1923574	.113955			.0602346	.6142876
e.B7	.6437351	.1680391			.3859326	1.073749
e.Ef1	.747248	.1697234			.4787736	1.16627
e.Ef2	.6392934	.1911101			.3558299	1.148571
e.Ef4	.3082789	.1965288			.088369	1.075443
e.D1	.8274398	.309977			.3970614	1.724309
e.D4	.4336096	.9286067			.0065191	28.84093
e.EST	.8982223	.1195568			.6919674	1.165956
e.EFE	.3572633	.2119862			.1116653	1.143032
A2	1	.			.	.
A3	1	.			.	.
INT	1	.			.	.
Covariance						
A2						
A3	.330458	.1714341	1.93	0.054	-.0055466	.6664626
INT	0	(constrained)				
A3						
INT	0	(constrained)				

LR test of model vs. saturated: chi2(60) = 72.03, Prob > chi2 = 0.1373

ANEXO 1.

GITEM - Proceso para obtención de tableros aglomerado para la fabricación de carretes para empaque de cables

Determinar el rango de tamaño óptimo de partículas del material picado para el proceso de aglomerado.

Para el caso del proceso de aglomerado por compresión, se utilizará un equipo para picar y secar el poli aluminio, siendo posible medir variables del proceso como: temperatura, velocidad de la hélice, cambios de volumen y tiempos de proceso, porcentaje de humedad inicial y final. Estas variables permitirán definir los diferentes paramentos de proceso y tiempos de producción para los diferentes tamaños de partículas del material. Mediante el método de tamizado se seleccionarán y estudiarán los diferentes tamaños. Posteriormente se determina la densidad de empaque de los diferentes tamaños, esto permitirá seleccionar los óptimos, los cuales se utilizaran para el experimento de aglomerado por compresión.

Diseñar un experimento que permita obtener los parámetros óptimos para los procesos de laminado y aglomerado.

Proceso de aglomerado:

Entre las variables que afectan las propiedades mecánicas del material de estudio son: Velocidad de enfriamiento, las orientaciones de las partículas inducidas en el proceso, el comportamiento del material a la compresión debido a la carga de aluminio. Si se concluye que es necesario obtener un nuevo compuesto con mejores propiedades mecánicas, el experimento debe facilitar estudiar la posibilidad de realizar ensayos con otros tipos de carga, tales como fibras etc. Para dar validez a los ensayos se utilizarán técnicas estadísticas para definir número de ensayos y confiabilidad de los resultados.
El equipo que se utilizará será un equipo para fabricación de probetas por el proceso de compresión para laboratorio, prensa de platos calientes-fríos de 50 Toneladas. El equipo permite trabajar hasta con una carga de 50 toneladas de presión, es posible controlar la presión y las temperaturas del molde, cuyos datos de proceso se obtienen digitalmente, generando graficas de presión versus tiempo, temperatura versus tiempo.

Proceso de laminado:
Se cuenta con un dispositivo manual de laminación para obtener probetas para ensayos mecánicos, que consta de dos sistemas, uno mecánica y uno térmico: el sistema mecánico consta de dos rodillos de nitrilo con núcleo de acero con diferentes durezas que facilitan la tracción de las láminas, los cuales se encargan de alimentar y comprimir hasta un total de 10 láminas, las láminas son previamente precalentadas en el sistema térmico que consta de 10 resistencias, dispuestas de tal manera que puedan calentar hasta 10 láminas por separado y continuo, que son las que se encargan de llevar el polietileno contenido en el Tetra Pak al punto en el cual es posible adherir las superficies entre sí. Con este método es posible lograr diferentes espesores, que nos permite obtener diferentes tipos de probetas para los ensayos mecánicos de tensión, flexión y compresión, para evaluar el material laminado.

COLCIENCIAS PROSPERIDAD PARA TODOS

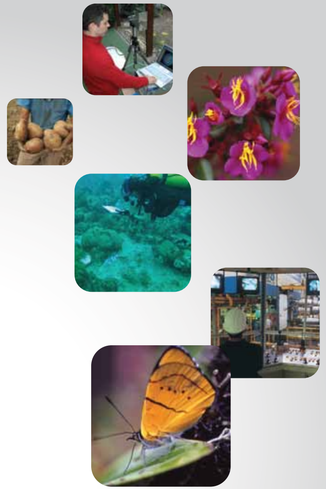
TIPOLOGIA DE LOS PRODUCTOS

Productos resultado de actividades de Generación de Nuevo Conocimiento	Productos resultado de actividades de Desarrollo Tecnológico e Innovación	Productos resultado de actividades de Apropiación Social del Conocimiento	Productos de actividades relacionadas con la Formación de Recurso Humano para la CTI
Artículos de investigación A1, A2, B y C Artículos en revistas indexadas en los índices y bases mencionados en la Tabla I del ANEXO 1.	**Productos tecnológicos certificados o validados** Diseño industrial, esquema de circuito integrado, software, planta piloto y prototipo industrial. Los requerimientos son mencionados en la Tabla VII del ANEXO 1.	**Participación ciudadana en CTI** Participación ciudadana o comunidad(es) en proyectos de investigación. Espacio/evento de participación ciudadana o de comunidad(es) en relación con la CTI. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XI del ANEXO 1.	**Tesis de Doctorado** Dirección o co-dirección o asesoría de Tesis de Doctorado, se diferencian las tesis con reconocimiento de las aprobadas. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XVI del ANEXO 1.
Artículos de investigación D Artículos en revistas indexadas en los índices y bases mencionados en la Tabla II del ANEXO 1.	**Productos Empresariales** Secreto empresarial, empresas de base tecnológica (spin-off), innovaciones generadas en la gestión empresarial, innovaciones en procesos y procedimientos, Los requerimientos son mencionados en la Tabla VIII del ANEXO 1.	**Estrategias pedagógicas para el fomento de la CTI** Programa/Estrategia pedagógica de fomento a la CTI. Incluye la formación de redes de fomento de la apropiación social del conocimiento. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XII del ANEXO 1.	**Trabajo de grado de Maestría** Dirección o co-dirección o asesoría de Trabajo de grado de maestría, se diferencian los trabajos con reconocimiento de los aprobados. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XVI del ANEXO 1
Libros resultado de investigación Libros que cumplen por lo menos con los requerimientos mínimos de calidad especificados en la Tabla III del ANEXO 1.	**Regulaciones, normas, reglamentos o legislaciones** Regulaciones, normas, reglamentos o legislaciones, diferenciadas según el ámbito de aplicación (nacional e internacional). Los requerimientos son mencionados en la Tabla IX del ANEXO 1.	**Comunicación social del conocimiento** Estrategias de comunicación del conocimiento, generación de contenidos impresos, multimedia y virtuales Los requerimientos son mencionados en la Tabla XIII del ANEXO 1.	**Trabajo de grado de Pregrado** Dirección o co-dirección o asesoría de Trabajo de grado pregrado, se diferencian los trabajos con reconocimiento de los aprobados. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XVI del ANEXO 1.
Capítulos en libro resultado de investigación Capítulos en libros resultado de investigación que cumplen con los requerimientos mínimos de calidad especificados en la Tabla IV del ANEXO 1.	**Consultorías científico-tecnológicas e informes técnicos finales** Consultorías científico-tecnológicas e informes técnicos finales. Los requerimientos son mencionados en la Tabla X del ANEXO 1.	**Circulación de conocimiento especializado** Eventos científicos y participación en redes de conocimiento, documentos de trabajo (working papers), boletines divulgativos de resultado de investigación, ediciones de revista científica o de libros resultado de investigación e informes finales de investigación. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XIV del ANEXO 1.	**Proyectos de Investigación y Desarrollo** Proyectos ejecutados por los Grupos de Investigación en calidad de Investigador Principal clasificados de acuerdo a las fuentes de financiación. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XVI del ANEXO 1.
Productos tecnológicos patentados o en proceso de concesión de la patente Patente obtenida o solicitada por vía PCT o tradicional y Modelo de utilidad. Los requerimientos son mencionados en la Tabla V del ANEXO 1.		**Reconocimientos** Premios o distinciones otorgadas por instituciones u organizaciones públicas o privadas que utilizan parámetros de excelencia para reconocer la gestión, la productividad y los aportes y el impacto de la investigación o el desarrollo tecnológico, en un área del conocimiento. (En construcción) Los requerimientos son mencionados en la Tabla XV del ANEXO 1.	**Proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I)** Proyectos ejecutados por investigadores en empresas y los proyectos con jóvenes investigadores en empresas. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XVI del ANEXO 1.
Variedad vegetal y variedad animal Los requerimientos son mencionados en la Tabla VI del ANEXO 1.			**Proyecto de extensión y responsabilidad social en CTI** Proyectos de extensión, en los que se especifique el tipo de participación del grupo de investigación en el proyecto (proyecto de extensión en CTI o proyecto de responsabilidad social-extensión solidaria).Los requerimientos son mencionados en la Tabla XVI del ANEXO 1.
			Apoyo a programas de formación Apoyo a la creación de programas o cursos de maestría o de doctorado. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XVI del ANEXO 1.
			Acompañamiento y asesoría de línea temática del Programa Ondas Acompañamiento y asesorías de línea temática del Programa Ondas. Los requerimientos son mencionados en la Tabla XVI del ANEXO 1.

Tabla 2. Tipología de los productos. En las columnas se listan los subtipos correspondientes a cada uno de los cuatro tipos de producción, así como los productos específicos que en esta se incluyen.

ANEXO 3.

COLCIENCIAS: ESTRATEGIAS E INSTRUMENTOS PÚBLICOS DE FOMENTO A LA INNOVACIÓN



¿Qué es
Colciencias?

Colciencias, como **Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación**, es la entidad encargada de formular, diseñar y coordinar la implementación de la política de Estado en materia de fomento a la investigación y la innovación.

La Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación (Ley 1286 de 2009) le encomendó a Colciencias el liderazgo del **Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación**, el cual une los esfuerzos del Estado, la academia, la empresa y la sociedad civil para construir en Colombia y sus regiones un modelo de desarrollo basado en la generación y uso del conocimiento.

Por medio de sus instrumentos de fomento, Colciencias apoya los proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación; la formación de capital humano para la ciencia, la tecnología y la innovación; el fortalecimiento de los sistemas regionales de CT+I; la movilidad internacional de investigadores y la apropiación social del conocimiento.

COLCIENCIAS lidera la generación y el uso del conocimiento, en el diseño de las políticas en ciencia tecnologia e innovación, en pro del desarrollo económico y social de los colombianos.

Libertad y Orden

Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación
Colciencias
República de Colombia

Carrera 7B No. 132-28 Bogotá, Colombia
Teléfono: (57-1) 625 8480 Fax: (57-1) 625 1788
contacto@colciencias.gov.co - www.colciencias.gov.co

www.colciencias.gov.co

Libertad y Orden

Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación

Colciencias

República de Colombia

www.colciencias.gov.co

Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación

Colciencias

Plan Estratégico Sectorial CT+I

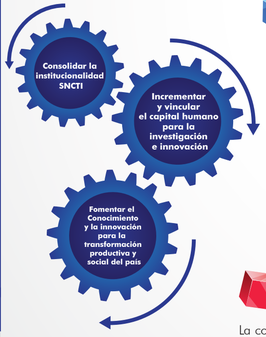
Visión 2014

Colombia habrá consolidado una Política de Estado en ciencia, tecnología e innovación mediante el incremento en la producción, uso, integración y apropiación del conocimiento en el aparato productivo y en la sociedad en general, que contribuya al progreso social, al dinamismo económico, al crecimiento sostenido y sostenible y a una mayor prosperidad para toda la población.

Visión 2019

Colombia tendrá un desarrollo humano, social y económico cimentado en la producción, difusión y uso del conocimiento que será un elemento fundamental para la productividad y la competitividad internacional y la prevención y solución de problemas nacionales y regionales.

Objetivos



Consolidar el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI)

La gestión de la CT+I en Colombia y sus regiones contará con políticas claras y ampliamente concertadas, con instituciones fortalecidas, con recursos estables y suficientes, con mecanismos de articulación efectivos y con la participación activa de toda la sociedad.

Incrementar y vincular el capital humano para la investigación e innovación

El desarrollo de habilidades y competencias para la ciencia, la tecnología y la innovación se iniciará en la primera infancia y se fomentará en todos los niveles educativos. Se incrementará el apoyo a la formación de doctores y se incentivará su vinculación a las empresas en actividades de investigación e innovación.

Fomentar el conocimiento y la innovación para la transformación productiva y social del país

La comunidad científica y tecnológica nacional tendrá las herramientas necesarias para producir y aplicar conocimiento de excelencia que contribuya a la solución de los problemas del país y de sus regiones. Se fomentará la innovación social y el trabajo conjunto de los grupos de investigación con comunidades y empresas.

Se generará y fortalecerá la cultura innovadora en los empresarios, los emprendedores, los sectores productivos y las regiones y se incrementarán las capacidades para incorporar conocimiento a los procesos productivos. La CT+I será el combustible de las locomotoras que jalonarán el crecimiento del país.

Plan Estratégico de Ciencia Tecnología e Innovación

Objetivos y estrategias

Consolidar el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CT+I)

¿Cuáles son las estrategias?

- Diseño y evaluación de la Política Nacional de CT+I, con énfasis regional.
- Ejecución coordinada de la Política Nacional de CT+I.
- Reestructuración y consolidación del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- Innovación para la gestión pública y el buen gobierno.
- Gestión de recursos públicos y privados para CT+I.
- Información, prospectiva y planeación estratégica para la toma de decisiones.
- Planes estratégicos sectoriales de CT+I.
- Vinculación e Inclusión de la CT+I en la sociedad.

¿Cuáles son las metas a 2014?

- Incrementar de 0,41% a 0,7% la inversión nacional en actividades de ciencia, tecnología e innovación como porcentaje del PIB.
- Incrementar de 4,3% a 6% el porcentaje del presupuesto de inversión del Gobierno Nacional destinado a proyectos de ciencia, tecnología e innovación.
- Lograr que por lo menos 14 ministerios adopten la Política de Ciencia, Tecnología e Innovación y la implementen en coordinación con Colciencias.
- Apoyar la definición e implementación de planes estratégicos regionales de ciencia, tecnología e innovación en los 32 departamentos del país.
- Definir e implementar planes estratégicos para todos los Programas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación y para las áreas identificadas como estratégicas para el desarrollo del país.
- Reestructurar administrativamente el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias.
- Implementar un sistema integrado de información en Ciencia, Tecnología e Innovación.

Incrementar y vincular el capital humano para la investigación e innovación

¿Cuáles son las estrategias?

- Generación de competencias y habilidades para la CT+I en toda la sociedad.
- Fortalecimiento del capital humano para la investigación y la innovación.
- Vinculación de investigadores e innovadores a la actividad productiva del país.

¿Cuáles son las metas a 2014?

- 2.500.000 niños, niñas y jóvenes de todos los departamentos del país vinculados al Programa Ondas, por medio del cual se fomenta la indagación como estrategia pedagógica.
- Diseño y etapa piloto de un programa pedagógico para generar competencias y habilidades en la primera infancia en CT+I.
- Definición de lineamientos para formación y apoyo de semilleros de investigación.
- 10.000 pasantías de jóvenes investigadores e innovadores en áreas de investigación e innovación y desarrollo tecnológico prioritarias para el país con enfoque regional y del sector productivo.
- 3.500 beneficiarios de becas para la formación doctoral en el país y en el exterior.
- 4.000 beneficiarios de becas-créditos para estudios en el exterior de maestrías orientadas a la investigación.
- 250 beneficiarios del programa jóvenes ingenieros con doble titulación internacional en áreas estratégicas.
- 50 estancias post-doctorales de nacionales o extranjeros en el país en el marco de proyectos de investigación.
- 50 doctores vinculados a empresas por medio del programa de absorción laboral para desarrollar temas de investigación dentro de empresas.

Fomentar el conocimiento y la innovación para la transformación social del país

¿Cuáles son las estrategias?

- Programas estratégicos de CT+I de mediano/largo plazo para la solución de los problemas regionales y nacionales desarrollados por redes interdisciplinarias.
- Innovación social e institucional para la inclusión social.
- Consolidación de la comunidad científica, tecnológica y de innovación.
- Consolidación de capacidades, equipamiento e infraestructura.
- Integración de diferentes conocimientos y el diálogo de saberes en la solución de los problemas.

¿Cuáles son las metas a 2014?

- Construir y desarrollar 40 programas estratégicos de investigación e innovación de mediano y largo plazo.
- Pasar de 155 a 300 investigadores activos por millón de habitantes.
- Incrementar de 59 a 95 el número de artículos de autores vinculados a instituciones colombianas en revistas indexadas internacionales.

Programa Ondas

Ondas es una alianza que ha construido una movilización social de actores e instituciones con la participación del sector productivo, social, político, académico y gubernamental comprometidos con las apuestas estratégicas del programa en sus más variados niveles y diversidad de actores nacionales, regionales y locales.

Esta alianza, promueve que los niños y las niñas generen investigaciones que buscan la solución de problemas de su entorno, naturales, sociales, económicos y culturales, y desarrollen capacidades y habilidades derivadas de estas nuevas realidades (cognoscitivas, sociales, valorativas, comunicativas y propositivas) para moverse en un mundo que se reorganiza desde nuevos procesos del saber fundados en CT+I de cara a la realidad colombiana con responsabilidad social y ecológica.

- Aumentar de 35 a 100 el número de patentes otorgadas a los grupos de investigación e innovación reconocidos por Colciencias.
- Contar con 35 Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico que cumplen con estándares de calidad y sostenibilidad.
- Incrementar los proyectos desarrollados por los grupos de investigación reconocidos en conjunto con minorías étnicas y comunidades vulnerables.
- Apoyar al menos 10 experiencias de innovación social aplicadas a problemas nacionales y regionales en el marco de los programas estratégicos de mediano y largo plazo.

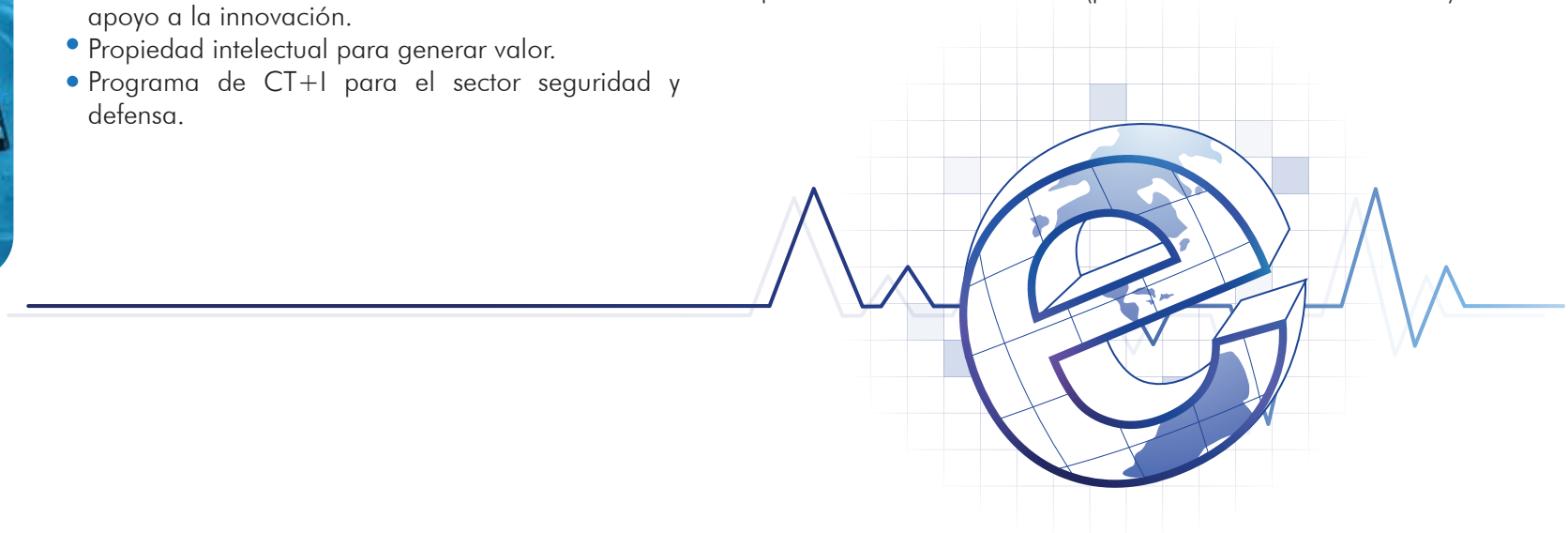
Fomentar el conocimiento y la innovación para la transformación productiva del país

¿Cuáles son las estrategias?

- CT+I como combustible de las locomotoras (agro, minería, energía, infraestructura y vivienda).
- Innovación empresarial y emprendimiento de base tecnológica.
- Innovación en áreas estratégicas.
- Plataformas regionales y redes de promoción y apoyo a la innovación.
- Propiedad intelectual para generar valor.
- Programa de CT+I para el sector seguridad y defensa.

¿Cuáles son las metas a 2014?

- Duplicar el número de empresas beneficiarias con instrumentos de innovación de las entidades del Gobierno Nacional.
- 80 iniciativas para la creación de empresas de base tecnológica apoyadas en el Programa de Innovación Empresarial.
- 100 empresas beneficiadas para el mejoramiento de capacidad competitiva.
- 98 empresas beneficiadas en nuevos sectores emergentes que requieren incorporación y transferencia de tecnología.
- 20 plataformas y redes regionales para la investigación y la innovación apoyadas (Centros Regionales de Innovación, Parques Tecnológicos, Comités Universidad-Empresa-Estado, Clúster, etc).
- 220 proyectos generados en ruedas de negocios de Universidad Empresa Estado.
- 40 proyectos financiados por convocatoria de titulación de la propiedad intelectual.
- Al menos 40 proyectos financiados en los "sectores locomotora": agro, minería y energía, infraestructura y vivienda.
- 16 proyectos de CT+I desarrollados en conjunto con el sector seguridad y defensa.
- Incrementar de 8,8 a 10 las patentes solicitadas en USPTO por residentes colombianos (promedio móvil últimos 5 años).



Estrategias Transversales para
Ciencia Tecnología e Innovación

Regionalización de la Ciencia Tecnología e Innovación

Busca crear las condiciones para que el conocimiento sea un motor de desarrollo que cumpla con los desafíos de acelerar el crecimiento económico, disminuir la inequidad y cerrar brechas. La descentralización territorial e institucional es un instrumento para procurar el desarrollo armónico de la potencialidad científica y tecnológica del país, consolidando las comunidades y capacidades científicas en los Entes Territoriales.

- Empoderamiento de los Consejos Departamentales de CT+I -CODECTI-, como espacios consultivos, de concertación y de asociatividad para la gestión e implementación de las políticas públicas de CT+I en los territorios.
- Implementación de un Plan Padrino que cimente la solidaridad y el acompañamiento, para que las comunidades académicas y científicas más desarrolladas, tanto públicas como privadas, nacionales y extranjeras, apoyen y acompañen a las regiones débiles para potenciar, mejorar y construir capital humano propio en los territorios.
- Impulso a las iniciativas departamentales regionales para el avance de proyectos de innovación acordes con los Programas Nacionales que atendiendo a las potencialidades y vocaciones territoriales, se conecten nacionalmente por nodos en red según los temas de CT+I, lo que pone en el punto focal del accionar del sistema la transformación productiva con base en el conocimiento.
- Construir nuevas capacidades, elevar la competitividad regional y sostenibilidad económica, generar mayor empleo, creando empresas nuevas de base tecnológica que agreguen valor a nuestros recursos para alcanzar los niveles de crecimiento y desarrollo que mejoren las condiciones de vida de nuestras comunidades.

Internacionalización de la Ciencia, Tecnología e Innovación

La estrategia de internacionalización de Colciencias busca facilitar y propiciar la articulación de los diversos actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) a las redes de conocimiento e innovación globales, priorizando aquellas relaciones más pertinentes a los objetivos de desarrollo del país y al fortalecimiento regional.

Con el objeto de alcanzar esa meta, para el cuatrienio 2010-2014, se han planteado los objetivos:

- Desarrollar la capacidad de negociación e incrementar la participación de Colombia en el ámbito internacional en los temas de CT+I.
- Atraer los mejores recursos humanos, técnicos y financieros del ámbito internacional para el fortalecimiento del SNCTI.
- Fortalecer y ampliar la cooperación internacional en Ciencia, Tecnología e Innovación, tanto en cooperación norte- sur como sur-sur. Aprovechando las fortalezas que tiene el país en recursos, conocimientos y saberes.

Apropiación Social del Conocimiento en CT+I

La Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación - Ascti, es un proceso social construido a partir de la participación activa de los diversos grupos sociales que generan conocimiento. participantes.

Tiene las siguientes características: es organizado e intencionado, está constituido por una red socio-técnica en la que participan grupos sociales expertos en ciencia y tecnología y los distintos sectores que intervienen en la constitución de estos procesos generan mediaciones; posibilita el empoderamiento de la sociedad a partir del conocimiento; implica traducción y ensamblaje dentro de los marcos de referencia de los grupos participantes.

Mediante la apropiación se estimula la creación y consolidación de espacios para la comprensión, reflexión y debate de soluciones a problemas sociales, políticos, culturales y económicos en los cuales la generación y uso de conocimiento científico y tecnológico juegan un papel preponderante.

Una efectiva apropiación social se logra a partir de la convocatoria y movilización de los distintos agentes y grupos que constituyen la sociedad colombiana alrededor de agendas que muestran el impacto de la CT+I en la vida social del país.

De esta forma, Colciencias diseña la Estrategia Nacional de Apropiación del Conocimiento estructurada en cuatro líneas de acción:

Participación ciudadana en políticas públicas de CT+I

Se entiende la participación ciudadana en CT+I como un proceso organizado que posibilita el intercambio de opiniones, visiones e informaciones entre diferentes grupos sociales, y asimismo propicia diálogos sobre problemáticas en las cuales el conocimiento científico tecnológico desempeña un papel preponderante, con la intención de que esos grupos tomen una decisión específica.

Por esta razón su objetivo principal se centra en fomentar la participación ciudadana en la construcción de política pública en CT+I, fortaleciendo las capacidades de la sociedad para tomar decisiones que contribuyan a la resolución de conflictos que involucran conocimientos científico-tecnológicos.

Comunicación Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)

La línea de acción Comunicación CTS tiene por objetivo favorecer el desarrollo de proyectos de comunicación sobre las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad. La comunicación se entiende como mediación, lo cual implica ir más allá del trabajo de transponer conocimientos científicos en materiales que sean posibles de leer, escuchar u observar. Con mediaciones nos referimos a procesos que permiten una articulación, en la cual se relacionan diferentes actores, no como elementos separados, sino que al relacionarse se transforman.

En esta dirección será fundamental fortalecer las redes de actores que promueven la apropiación social del conocimiento por medio del desarrollo de proyectos de comunicación CTS y promover el desarrollo de proyectos de comunicación CTS participativos, de interés y cobertura departamental o regional.

Intercambio y transferencia del conocimiento

La apropiación social también implica un diálogo efectivo entre los diversos actores y grupos sociales que interactúan en las redes de producción y uso del conocimiento: científicos, tomadores de decisión, empresarios y usuarios, entre otros.

Esta línea busca promover procesos de generación y uso del conocimiento más democráticos, responsables y respetuosos de las especificidades culturales y sociales de las comunidades "objeto" o "beneficiarias" de proyectos de investigación o innovación.

Gestión del conocimiento para la apropiación

Hablar de gestión implica tanto generar mecanismos que permitan hacer de la apropiación una estrategia

fundamental y transversal para el funcionamiento del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación, como el diseño de instrumentos para el fortalecimiento de las comunidades dedicadas al fomento de relaciones entre ciencia, tecnología e innovación más reflexivas, simétricas y situadas.

Para esto se debe incentivar el desarrollo de mecanismos de formación y medición para construir conocimiento acerca de las diversas formas en que el conocimiento científico tecnológico es apropiado en la sociedad colombiana, por los diversos grupos e individuos que la componen.Mediante la apropiación se estimula la creación y consolidación de espacios para la comprensión, reflexión y debate de soluciones a problemas sociales, políticos, culturales y económicos en los cuales la generación y uso de conocimiento científico y tecnológico juegan un papel preponderante.

De esta forma, Colciencias diseña la Estrategia Nacional de Apropiación del Conocimiento estructura en cuatro líneas de acción:

Participación ciudadana en políticas públicas de CT+I

Tiene como objetivo objetivo principal fomentar la participación ciudadana en la construcción de política pública en CT+I, fortaleciendo las capacidades de la sociedad para tomar decisiones que contribuyan a la resolución de conflictos que involucran conocimientos científico-tecnológicos.

Comunicación Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)

Tiene por objetivo favorecer el desarrollo de proyectos de comunicación sobre las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad. La comunicación se entiende como mediación, lo cual implica ir más allá del trabajo de transponer conocimientos científicos en materiales que sean posibles de leer, escuchar u observar. Con mediaciones nos referimos a procesos que permiten una articulación, en la cual se relacionan diferentes actores, no como elementos separados, sino que al relacionarse se transforman.

Intercambio y transferencia del conocimiento

La apropiación social también implica un diálogo efectivo entre los diversos actores y grupos sociales que interactúan en las redes de producción y uso del conocimiento: científicos, tomadores de decisión, empresarios y usuarios, entre otros.

Esta línea busca promover procesos de generación y uso del conocimiento más democráticos, responsables y respetuosos de las especificidades culturales y sociales de las comunidades "objeto" o "beneficiarias" de proyectos de investigación o innovación.

Gestión del conocimiento para la apropiación

Hablar de gestión implica tanto generar mecanismos que permitan hacer de la apropiación una estrategia fundamental y transversal para el funcionamiento del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación, como el diseño de instrumentos para el fortalecimiento de las comunidades dedicadas al fomento de relaciones entre ciencia, tecnología e innovación más reflexivas, simétricas y situadas.

Para esto se debe incentivar el desarrollo de mecanismos de formación y medición para construir conocimiento acerca de las diversas formas en que el conocimiento científico tecnológico es apropiado en la sociedad colombiana, por los diversos grupos e individuos que la componen.

Centro de Documentación y Biblioteca – Cendoc

El Centro de Documentación y Biblioteca –Cendoc- es un centro de consulta que facilita, mantiene y desarrolla un ambiente de gestión de información.

Presta los siguientes servicios:

- Orientación en la búsqueda de información para usuarios tanto internos como externos.
- Consulta en el catálogo colectivo.
- Consulta en sala.
- Consulta de recursos electrónicos.
- Servicio de alerta.
- Solicitud de documentos.
- Diseminación Selectiva de Información.
- Préstamo externo.
- Préstamo interbibliotecario.
- Bibliografías.
- Reserva de material.

Instrumentos para la
Ciencia, Tecnología e Innovación

Instrumentos de apoyo a la innovación en las empresas

El propósito de este portafolio de instrumentos es fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico en los actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) mediante apoyo a proyectos bajo el marco de convocatorias, con énfasis en el sector productivo. Con ello se busca mejorar las capacidades nacionales de investigación e innovación y la transformación productiva y social del país.

Proyectos de innovación y desarrollo empresarial - Modalidad de Cofinanciación

Si su empresa está interesada en ejecutar proyectos o programas estratégicos de innovación y desarrollo tecnológico que sean realizados conjuntamente entre la empresa, la universidad o la empresa y un centro de investigación y desarrollo tecnológico podrá solicitar financiamiento a través de la modalidad de cofinanciación. A las Mipymes se les apoya hasta con el 75% del valor del proyecto y a las grandes hasta el 40% por monto de 1500 SMMLV del valor del proyecto y para programas estratégicos de alianzas con varias empresas 6000 SMMLV.

Proyectos de innovación y desarrollo empresarial - Modalidad de préstamo de reembolso obligatorio

Si su empresa, necesita fortalecer la competitividad de los productos y servicios en el mercado mundial, podrá solicitar la financiación de proyectos de innovación y desarrollo empresarial, mediante la línea de crédito del Banco de Comercio Exterior de Colombia S.A. (Bancóldex) y COLCIENCIAS, que financia proyectos de innovación y desarrollo tecnológico con crédito de largo plazo y con un incentivo a la innovación para las empresas, sin son pymes el incentivo es de 50% y para las grandes empresas de 30%.

Proyectos de emprendimiento de base tecnológica.

Si usted es un emprendedor o una empresa con proyectos para fortalecer las ideas de negocio a través del acompañamiento, asesoría y financiamiento que contribuyan a la formulación de un plan de negocio sólido para la búsqueda de financiamiento privado, puede aplicar a este instrumento. De esta forma, se espera asegurar la maduración de proyectos de alto impacto que encuentran serias limitantes para acceder a recursos del sistema financiero o que enfrentan deficiencias subsanables para convertirse en proyectos atractivos de inversión privada. Se apoyaran proyectos en las primeras fases por un valor hasta de 500 SMMLV.

Solicitudes de patentes originadas en Colombia, para ser protegidas en el exterior

Si su organización con domicilio en el país está interesada en obtener el financiamiento para actividades relacionadas con la

protección de intangibles, originados en Colombia y susceptibles de ser protegidos en las modalidades de patentes de invención de productos y/o procedimientos y de modelos de utilidad de productos, este instrumento permite financiar hasta un valor equivalente a 150 salarios mínimos mensuales legales vigentes.

Proyectos para el desarrollo tecnológico de proveedores en los sectores Automotriz y Minero

Si su empresa tiene entre sus planes desarrollar la estrategia de integración de cadenas productivas del sector automotriz y del sector minero, con base en procesos de transferencia de conocimientos y capacidades organizacionales y dinamizar a empresas proveedoras con el fin de generar un mayor desarrollo en las regiones productoras, mediante este instrumento se financian proyectos en la fase de diagnóstico de la gestión de proveedores para las empresas que hacen el papel de anclas (caso sector minero) hasta por un monto equivalente de 1500 SMMLV y en la fase del desarrollo o implementación del plan de acción con los proveedores (caso sector automotriz y minero) hasta por un monto de 6000 SMMLV.

Proyectos de fomento a la innovación en aglomeraciones productivas

Si es una aglomeración productiva (cluster, distrito industrial o tecnológico, cadena productiva o red empresarial) que pertenezca a la industria de autopartes y vehículos o al sector minero, interesada en aplicar en esta nueva línea de financiamiento, dirigida al diseño e implementación de estrategias de innovación, a partir del desarrollo de las fases de Pre – Proyecto, Prototipo y/o Piloto y Lanzamiento al mercado, podrá formular y presentar su propuesta en la convocatoria correspondiente a la primera fase. Para Aglomeraciones productivas empresariales, se apoya proyectos hasta por un monto de 550 SMMLV y para Aglomeraciones Productivas Regionales hasta 900 SMMLV.

Proyectos de fortalecimiento de capacidades de gestión de la innovación en empresas

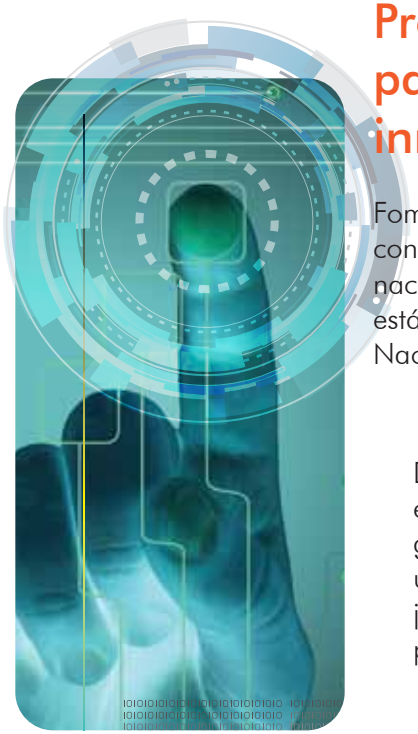
Si su empresa ha iniciado algún tipo de práctica alrededor de la innovación, se busca ayudarla a sistematizar la innovación como una práctica generalizada y vinculante, y más aún, como un proceso permanente y gestionado dentro de estas empresas. Como la adopción de una estrategia de gestión de la innovación y por ende, la creación de capacidades para tal fin, no responde a un proceso fortuito, de baja complejidad y fácilmente adoptable, se ha diseñado este instrumento en el cual entidades expertas en esta materia acompañarán a la empresa durante el proceso de diseño e implementación de la estrategia de innovación a través de la ejecución de un proyecto de innovación. Se apoyarán proyectos hasta por un monto de 550 SMMLV.

Proyectos de cofinanciación directa a empresas para fortalecer la capacidad de innovación y desarrollo tecnológico

En el sector productivo, paulatinamente ha venido creciendo el número de empresas que están realizando proyectos de innovación y desarrollo tecnológico con sus propios recursos –constatación hecha a partir de los resultados de las encuestas de innovación-. Para contribuir a superar la creciente brecha con países de similar dimensión en cuanto a innovación, el país requiere dinamizar en gran medida la difusión de la innovación a partir del apoyo directo a la capacidad interna de las empresas para realizar Investigación y Desarrollo e Innovación, a la par que mantiene y perfecciona el mecanismo existente de apoyo a los acuerdos universidad, centros tecnológicos- empresa para la ejecución de estos proyectos. Es así como se ha diseñado un nuevo mecanismo para este apoyo directo a las empresas. El monto financiable será de 750 SMMLV para Pymes y de 1000 SMMLV para grandes empresas.

Proyectos de estandarización y acreditación de nuevas pruebas y calibraciones de laboratorios

Apoya a los centros de de desarrollo tecnológico, centros de investigación así como a la universidades, en proyectos orientados a la estandarización de las pruebas y ensayos y a su acreditación para apoyar las necesidades que el sector productivo en cuanto al cumplimiento de requisitos de conformidad de productos en los siguientes sectores definidos como de talla mundial: cosméticos y artículos de aseo; autopartes; Industria de la comunicación gráfica; textiles, confecciones, diseño y moda; software y servicios de tecnologías de la información, energía eléctrica y bienes conexos. En el sector agropecuario estos sectores son los siguientes: cacao, confitería y chocolatería; palma, aceites y grasas; camaricultura y carne bovina. El monto a financiar por proyecto será de 200 SMMLV.



Programa de capital humano para la investigación, innovación y competitividad

Fomentar la adquisición, generación y uso del conocimiento con el fin de incrementar la capacidad nacional para poder competir con los más altos estándares internacionales en los actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI)

Programa ONDAS

Dirigido a la población infantil y juvenil en edad escolar en los niveles de básica y media y busca incorporar a la gestión curricular de los colegios la investigación como una estrategia pedagógica con miras a que niños y jóvenes la utilicen en la comprensión y solución de problemas que se encuentran en su entorno cercano.

Programa Jóvenes Investigadores e Innovadores "Virginia Gutiérrez de Pineda"

Dirigido a jóvenes recién graduados de programas de pregrado profesionales y busca entrenarlos en los procesos relacionados con la generación y difusión de conocimiento en C&T mediante la realización de pasantías durante un año en grupos de investigación categorizados por COLCIENCIAS o en proceso de consolidación.

Programa Gestores de Innovación "Pedro Amaya"

Dirigido a profesionales con título de maestría o doctorado y busca entrenarlos en los procesos relacionados con la gestión de proyectos de innovación que contribuyan al fortalecimiento del sector empresarial colombiano mediante la realización de pasantías durante un año en empresas innovadoras.

Programa de Formación Doctoral "Francisco José de Caldas"

Dirigido a profesionales colombianos con excelencia académica para que realicen programas de doctorado tanto en el país como el exterior y busca fortalecer las capacidades de investigación e innovación en las áreas estratégicas prioritarias definidas para Colombia.

Programa de Fortalecimiento al Sistema de Formación Doctoral Nacional "Julio Garavito"

Dirigido a programas de doctorado ofertados en Colombia y busca fortalecer las capacidades del sistema nacional de formación doctoral en el aspecto relacionado con la infraestructura para la formación de estudiantes de doctorado y los planes de investigación de los grupos de investigación asociados a los programas de doctorado. Es estratégico para el país contar un sistema de formación doctoral al más alto nivel no sólo para garantizar una reproducción de la

comunidad científica sino para generar conocimiento que contribuya a fortalecer las áreas prioritarias del país.

Programa de Inserción de Doctores al Sector Empresarial Colombiano "Luis López de Mesa"

Dirigido a doctores colombianos como extranjeros y busca mejorar y consolidar las capacidades de investigación e innovación del sector empresarial colombiano con miras a aumentar su competitividad a nivel internacional.

Financiamiento y apoyo a la investigación y desarrollo (i+d)

Colciencias financia proyectos seleccionados por su calidad y pertinencia mediante el sistema de pares académicos expertos y de paneles de expertos. Diseña, impulsa y ejecuta estrategias permanentes de consolidación de las comunidades científicas y tecnológicas, registra y clasifica los grupos de investigación, apoya financieramente el fortalecimiento institucional de los centros de investigación y desarrollo tecnológico y, en general, de las instituciones de investigación, sean públicas, privadas, universitarias o autónomas.

Financiación de proyectos de investigación científica y tecnológica - Modalidad Contingente

Las personas jurídicas que adelantan proyectos cuyo desarrollo no genera beneficios económicos directos podrá solicitar esta línea de financiación ante Colciencias. Esta modalidad también incluye proyectos empresariales a través del Sistema Nacional de Incubación de Empresas.

Registro y clasificación de los Grupos de Investigación

Colciencias registra y clasifica los grupos de investigación a partir de indicadores e índices que miden la calidad de los resultados de la actividad científica, tecnológica e innovadora y, por lo tanto, de su desempeño. Lo anterior se denomina el Sistema Scienticol y puede ser consultado en la página web de la entidad.

Como parte del desarrollo de este proceso, Colciencias, con la colaboración de la una Comisión de Expertos de Alto Nivel, está diseñando nuevos ajustes al sistema de indicadores de desempeño para registrar mejor otros productos de los grupos de investigación relacionados con las empresas (por ejemplo: patentes, nuevas variedades vegetales y animales); con el apoyo a la gestión del estado y la sociedad civil.

Pares evaluadores

Colciencias cuenta con un banco de pares evaluadores, principalmente latinoamericanos. Ha suscrito un convenio con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México, que permite el intercambio de pares entre ambos países y muy pronto con los de otras naciones.

La iniciativa de un Banco Iberoamericano de Pares Evaluadores está en marcha y permitirá un enriquecedor intercambio de información y de buenas prácticas en materia de evaluación científica y académica.

Centros de Investigación

Los Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico y, en general, todas las instituciones que hacen actividades de CT+I, sean éstos públicos, privados, universitarios o autónomos pueden recibir apoyo económico de Colciencias para su fortalecimiento y consolidación.

Financiación de planes estratégicos regionales de CT+I

Instrumento orientado al mejoramiento en la planeación, organización, ejecución y evaluación de las actividades de CT+I promovidas en los ámbitos regionales, con el fin de que el conocimiento científico y tecnológico contribuya al logro de las visiones y escenarios de futuro que las regiones se proponen. Por la modalidad de convocatorias y/o convenios de cooperación con entidades regionales se cofinancian la elaboración de: planes estratégicos de CT+I, estudios de capacidades y prospectiva tecnológica para la región.

Gestión pública del conocimiento

Orientado a la construcción y posicionamiento político de la arquitectura organizacional de la investigación y la innovación, al diseño y gestión de instrumentos políticos, legales y administrativos para el fomento de la investigación y la innovación en los departamentos y a la implementación y apropiación en lo regional de los instrumentos de la Política Nacional de CT+I, a través de:

- Capacitación de actores regionales en gestión del conocimiento, alta gerencia de la investigación y de la innovación, propiedad intelectual, transferencia y negociación de tecnologías y apropiación social de la CT+I.
- Fortalecimiento de los Consejos Departamentales de CT+I - CODECTI.
- Mantenimiento de la Red de gestores de Consejos Departamentales de CT+I - CODECTI.
- Acompañamiento en la formulación de ordenanzas y acuerdos relacionados con CT+I, políticas públicas regionales en la materia, y el diseño de instrumentos de fomento de investigación e innovación con aplicación regional.
- Acompañamiento en la formulación de proyectos de inversión de CT+I.

Gestión del conocimiento para la competitividad territorial

Apoyo a las iniciativas regionales relacionadas con la vinculación y articulación de la Empresa, la Academia y el Estado, que propenden por el desarrollo de sectores económicos y sociales estratégicos para la región a partir de investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, tales como:

- Centros de investigación e innovación regional.
- Parques tecnológicos
- Clusters regionales
- Distritos tecnológicos
- Parques de investigación e innovación
- Incubadoras de base tecnológica

Financiación de proyectos regionales de inversión en CT+I a través de convocatoria con recursos de Fondo Nacional de Regalías

Por medio del acuerdo número 029 de 2010 del Consejo Asesor de Regalías se definieron los requisitos y procedimientos para la financiación de proyectos regionales de ciencia, tecnología e innovación con recursos del Fondo Nacional de Regalías. Podrán financiarse con estos recursos proyectos de investigación básica, aplicada y de desarrollo experimental, así como proyectos de innovación tecnológica y social. Igualmente, se podrá financiar la creación y el fortalecimiento de

unidades regionales de investigación, tales como centros de investigación y desarrollo tecnológico, parques científicos y tecnológicos e incubadoras de base tecnológica, entre otros; y programas regionales de formación de talento humano para la investigación, la innovación y la gestión de la CT+I. Colciencias, como entidad rectora del sector de CT+I, es la encargada de darle viabilidad a los proyectos presentados por las entidades territoriales.

Internacionalización de la CT+I

La estrategia de internacionalización de Colciencias es instrumento de asesoría, al servicio de los diversos actores del SNCTI, que se expresa en los siguientes servicios específicos:

- Acompañamiento y asesoría en las negociaciones internacionales que se lleven a cabo en temas de CT+I, por parte de otras agencias del Estado y de los demás actores del sistema.
- Definición y posicionamiento de agendas estratégicas para orientar las relaciones internacionales que los diversos actores del SNCTI establecen con sus pares internacionales; la idea es conocer las potencialidades de nuestros socios y las fortalezas de nuestro SNCTI para mantener unas agendas relacionales dinámicas y ajustadas a la oferta y demanda del país.
- Soporte y escalamiento de la investigación e Innovación. Avanzar y profundizar las relaciones internacionales que tiene Colciencias para promover la realización de convocatorias bilaterales y multilaterales en investigación e innovación; incrementando el alcance e impacto de nuestro SNCTI.
- Estudios y análisis que permitan conocer críticamente las tendencias y oportunidades de la política internacional y regional en CT+I. Como resultado se generarán documentos orientadores y dinamizadores de una actividad analítica permanente al servicio del SNCTI.
- Identificación y fortalecimiento de Redes Internacionales, se trata de apoyar y promover la participación de colombianos destacados y sus entidades en redes de excelencia en sus áreas de conocimiento y trabajo, de manera que tengan acceso a los espacios de debate y generación de conocimiento de punta.
- Convocatoria de intercambios internacionales, este es un instrumento orientado a apoyar el diseño o ejecución de proyectos de CT+I de excelencia y al establecimiento de relaciones sostenibles entre nuestros investigadores y empresarios y sus pares internacionales. Dirigido a investigadores y empresarios de todo el país que cuenten con reconocimiento nacional e internacional en sus áreas de trabajo, y que cuenten con contrapartes internacionales de excelencia.

Fortalecimiento de la apropiación social del pais

Fomentar el desarrollo de estrategias y actividades que complementen el adecuado desarrollo de la Política Nacional de Fomento a la Ciencia, Tecnología e Innovación

Financiación de proyectos de apropiación social de CT+I

Si usted es persona jurídica que posee estrategias novedosas, creativas, efectivas y eficientes de comunicación pública de la ciencia, con el fin de enriquecer la cultura científica de los colombianos y que éstas se enmarquen en los lineamientos de la Política y Estrategia Nacional de Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación.

Cofinanciación de eventos científicos nacionales e internacionales

Si usted es una persona jurídica y tiene investigadores colombianos que están interesados en obtener financiación para promover espacios de interacción e intercambio de conocimientos y resultados de investigación entre la comunidad científica.

Indexación y homologación de publicaciones seriadas de ciencia, tecnología e innovación

El Índice Bibliográfico Nacional - Publindex, es un Servicio Permanente de Indexación de Revistas Colombianas Especializadas de Ciencia, Tecnología e Innovación que permite la clasificación de las revistas de acuerdo con criterios de calidad científica y editorial, y según perfiles de estabilidad y visibilidad reconocidos internacionalmente para las publicaciones científicas.

La homologación de revistas científicas extranjeras es un procedimiento análogo al de indexación que se realiza a revistas de ciencia, tecnología e innovación extranjeras que publican resultados originales de investigación, utilizan la evaluación por pares para certificar el conocimiento, satisfacen las normas de calidad científica y calidad editorial internacionalmente establecidas, y circulan por sistemas de indexación y resumen, SIR, que aumentan su visibilidad y el acceso a los documentos publicados.

Acceso a recursos bibliográficos e índices especializados

COLCIENCIAS y el Ministerio de Educación Nacional - MEN- a través de un convenio con la empresa editorial holandesa Elsevier B.V. ofrece acceso a la comunidad científica a recursos bibliográficos mundiales de la mayor calidad. El Consorcio Colciencias – Elsevier está conformado por un grupo de universidades públicas y privadas para acceder a recursos bibliográficos e índices especializados y a herramientas de análisis cienciométricos con el fin de apoyar el desarrollo de proyectos de investigación y de esta manera fortalecer la toma de decisiones en temas relacionados con el desarrollo de las actividades de ciencia, tecnología e innovación.

Productos y acceso a bases de datos:

A través de Elsevier se accede a artículos completos de más de 2.500 revistas especializadas que están integradas en las siguientes bases de datos:

- ScienceDirect www.sciencedirect.com (Freedom Collection, e-Books).
- Compendex www.engineeringvillage.com que recoge información sobre ingenierías
- Reaxys www.reaxys.com sobre química sintética
- Embase.com www.embase.com sobre literatura biomedical y farmacológica
- Scopus www.scopus.com que es un índice bibliográfico citacional que da acceso y búsqueda de resúmenes y citas de más de 15.000 publicaciones del mundo.

Fondo "Francisco José de Caldas"

El Fondo Nacional de Financiamiento de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, Francisco José de Caldas, es un mecanismo de COLCIENCIAS por el Gobierno Nacional para el financiamiento exclusivo de la CT+I.

Los recursos del Fondo son administrados a través de un patrimonio autónomo- contrato de fiducia mercantil previa licitación pública y provienen del presupuesto general de la Nación, del Fondo Nacional de Regalías, de las entidades estatales, del sector privado, de cooperación internacional, de donaciones o legados que hagan personas naturales o jurídicas y de sus mismos rendimientos financieros.

El Fondo Francisco José de Caldas financiará programas, proyectos, entidades y actividades de ciencia, tecnología e innovación; invertirá en Fondos de Capital de Riesgo u otros instrumentos financieros, para el apoyo de programas, proyectos y actividades de ciencia, tecnología e innovación.

Programas Nacionales de
Ciencia Tecnología e Innovación

Programa Nacional de Ciencias Básicas

Las Ciencias Básicas se constituyen en la base fundamental de los procesos de desarrollo científico y tecnológico, sin los cuales es impensable la inserción de nuestro país en las dinámicas globales de desarrollo.

La producción de bienes de muy alta tecnología, el desarrollo de nuevos conocimientos y con ellos la generación de información, que se constituyen en los insumos más importantes de la economía venidera, tienen como una condición necesaria la construcción de una comunidad científica con profundos arraigos en las ciencias fundamentales. Desarrollos competitivos en otras áreas de la ciencia o de la tecnología son poco probables sin haber alcanzado los más altos niveles de conocimiento y producción en las Ciencias Básicas.

Programa Nacional de Ciencias, Tecnologías e Innovación en áreas Sociales y Humanas

Propende por un mejor conocimiento de la sociedad colombiana, para ello, parte del reconocimiento de la importancia de promover el modo dos de hacer ciencia, esto es, de promover la formulación de proyectos y agendas de investigación en conversación con los problemas nacionales, los usuarios del conocimiento, la concertación de esfuerzos y recursos.

En una palabra la necesidad de un conocimiento pertinente. Conocimiento pertinente por su relación con los problemas básicos de la nación, las regiones y las organizaciones, en procura del bienestar de la gente. Pertinente por situarse en conversación con los avances de la ciencia, la tecnología y las innovaciones que circulan en el mundo, pero a la vez pertinente porque parten del reconocimiento de la diversidad de saberes existentes en el territorio nacional, así como de las capacidades construidas. Se trata de construir sobre la base de las capacidades y los aprendizajes sociales alcanzados.

Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del Mar y de los Recursos Hidrobiológicos

Formula las políticas, planes, programas y estrategias con el fin de promover, fomentar y consolidar la generación de nuevo conocimiento, formación de recurso humano y apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación, para el desarrollo sostenible del océano, los espacios costeros y acuáticos continentales del país, garantizando la participación de los actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y de las regiones.

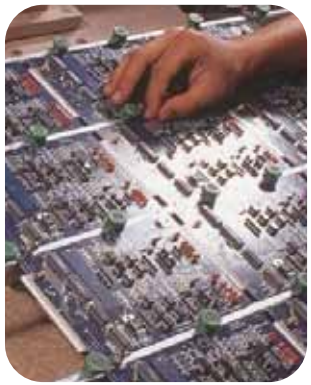
Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Ambiente, Biodiversidad y Hábitat

Apoyar y fortalecer la capacidad nacional y regional para la generación, uso y apropiación de conocimiento que contribuya al mejoramiento de la gestión ambiental y de los asentamientos humanos, como aporte al desarrollo sostenible del país; este objetivo se busca a través del impulso y apoyo de la generación de conocimiento y la apropiación de resultados de la investigación y la innovación en los sectores ambiental y del hábitat, la promoción de la formación de alto nivel y el fortalecimiento de capacidades humanas y científicas en estos dos grandes campos, el fortalecimiento de la institucionalidad requerida para promover la investigación y la innovación a nivel nacional y regional en ambiente y hábitat, la promoción de estrategias de interacción entre los diferentes sectores, especialmente académica y productiva, con miras a fortalecer la competitividad en los temas estratégicos del Programa, y el impulso de la proyección internacional de la Ciencia, Tecnología e Innovación en los temas de ambiente y hábitat.

Lo anterior enmarcado en las cinco grandes líneas de investigación del Programa: 1. Gestión integral de la biodiversidad y el patrimonio ambiental del país, 2. Hábitat y uso sostenible del territorio, 3. Producción más limpia y tecnologías ambientales, 4. Gestión integral del agua, 5. Gestión del riesgo y cambio climático global y 6. Políticas, instituciones e instrumentos de gestión pública y privada ambiental y del hábitat.

Programa Nacional de Biotecnología

Reúne las capacidades de investigación e innovación de universidades, centros de investigación y empresas con el propósito de articularlos entre sí y con las entidades del Estado, para contribuir al incremento del desarrollo, el bienestar y la competitividad económica de Colombia, a partir del conocimiento, protección y aprovechamiento de la biodiversidad.



Programa Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación en la Salud

Orientado a fortalecer las capacidades nacionales y regionales en la investigación básica y aplicada con el apoyo de alianzas internacionales y de los diferentes actores del sistema para promover el desarrollo de procesos bio-tecnológicos y de innovación, en líneas estratégicas enfocadas a la reducción de la carga de enfermedad, la promoción de la salud, la calidad de vida y prevención de los riesgos, tamización, diagnóstico, atención, tratamiento, rehabilitación y paliación en los problemas de salud pública, enfermedades crónicas no transmisibles, infecciosas, violencia, salud mental y mejorar el acceso y la calidad de la prestación de los servicios de salud.

Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Educación

Orientado a fortalecer la educación como campo del conocimiento, a través del fomento de investigaciones en líneas prioritarias en educación, la generación de espacios institucionales de la investigación en educación y pedagogía, el apoyo a la divulgación y apropiación social de los resultados de la investigación, el fortalecimiento de la comunidad de investigadores en el campo educativo, y el apoyo a la consolidación de los grupos y centros de investigación en el tema educativo.

Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico e Innovación Industrial

Orientado a fortalecer el sector productivo nacional como actor del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCT) mediante el fomento de la investigación aplicada para la solución de problemas empresariales, la transferencia de conocimiento para la modernización y la transformación de la industria manufacturera a partir del desarrollo de proyectos de innovación y desarrollo tecnológico en el marco de la alianza universidad - empresa - estado.

Programa nacional de Ciencia, Tecnologías e Innovación Agropecuarias

Formular la política de investigación e innovación del sector agropecuario nacional con objetividad, transparencia y rigor técnico – científico, con el fin de garantizar el suministro suficiente y estable de los alimentos, asegurando su calidad e inocuidad, contribuyendo a una mayor competitividad y mejoramiento del bienestar de la población rural

Programa Nacional de Investigaciones en Energía y Minería

Su objetivo es promover y apoyar los programas, planes y proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en los sectores energético y minero nacionales, para aumentar la productividad en la generación de recursos energéticos y mineros, y maximizar su valor.

Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática

Orientado a contar en Colombia con un sector de electrónica, telecomunicaciones e informática, moderno y competitivo, con alto grado de conocimiento, dinámica de innovación y capacidad de adaptación y generación de tecnologías, para brindarle al país respuestas a sus propias necesidades dentro de una nueva sociedad del conocimiento, con una adecuada infraestructura de telecomunicaciones y de información y de soporte a su industria frente al desafío que plantea un mundo globalizado.

Programa Nacional de Formación de Investigadores

Hace parte de la estrategia de apoyo a la Formación de Recursos Humanos de alto nivel para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación CT+I, contemplada en la Política Nacional de Fomento a la Investigación y la Innovación. El objetivo del Programa es formar investigadores de excelencia con el fin de incrementar las capacidades nacionales en investigación e innovación de las instituciones del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, tales como: empresas, centros de investigación y universidades, entre otras.