

## Elementos para la construcción colectiva de modelos tecnocientíficos en el contexto de la relación entre la universidad, la empresa y el Estado

### *Elements for the collective construction of techno-scientific models in the context of the relationship between university, business and government*

Abraham Londoño Pineda \*

El propósito de este artículo es presentar de forma sistematizada una serie de conocimientos adquiridos en una investigación realizada a una empresa del sector de la electrónica en Medellín-Colombia, que se tradujo en una aplicación de una tecnología blanda. De esta manera, se busca contribuir al avance del estado del arte en la construcción colectiva de modelos tecnocientíficos en el contexto de la relación Universidad-Empresa-Estado. Para ello se utilizan elementos teóricos de los modelos lineales y no lineales de innovación, del concepto de eficiencia sistémica desarrollado por Fisher y de las técnicas del método investigación-acción. Esta experiencia exitosa invita a reflexionar sobre la necesidad de implementar sistemas técnicos para apostar a procesos que permitan que los diferentes agentes involucrados se interrelacionen, definan sus fines, medios y escalas de valores, identifiquen los asuntos nodales, evalúen sus riesgos, elijan conscientemente y asuman los costos de sus decisiones.

55

**Palabras clave:** tecnociencia, modelos lineales y no lineales de innovación, elección, eficiencia sistémica

*This paper displays a series of data acquired in a systemized manner from a research and application study of a soft technology in an electronic enterprise in the city of Medellín, Colombia. The article aims at contributing to the advances in the theoretical framework, in the process of collective construction of techno-scientific models in the context of the relationship between university, business and government. The methodological approach collects theoretical elements from the linear and non-linear models of innovation, from the concept of systematic efficiency developed by Fisher and from the techniques of the action-research method. This successful experience serves as a reflection regarding the need to implement technical systems that operate in favor of interactive processes, in order to allow the different agents involved to interact harmoniously, define their purposes, means and value scales, identify the nodal points, evaluate risks and assume the costs implicated in the decision.*

**Key words:** techno-science, linear and no linear models, systematic efficiency, election

\* Docente de tiempo completo de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Medellín, Colombia, y estudiante de doctorado en desarrollo sostenible de la Universidad de Manizales, del mismo país. Correo electrónico: alondono@udem.edu.co.

## Introducción

Según la idea kantiana, la Modernidad propendía por la consecución de la mayoría de edad en el ser humano en el sentido de la búsqueda del conocimiento soportado en la ciencia (Betancourt, 2004). Si bien este paradigma del hombre ilustrado muestra grandes avances vinculados al desarrollo y consolidación de la ciencia y la tecnología en Occidente (Ferguson, 2012), no se puede desconocer que también ha generado cierto desencanto debido a que las promesas de este proyecto en materia de crecimiento y progreso estuvieron acompañadas de desequilibrios económicos, sociales y ambientales (Gutiérrez, Gómez y Martín, 2001: 18-19).

Una de las razones por las que se dificulta comprender la incidencia de la ciencia en los desajustes del entorno es que la primera ha sido considerada independiente de los factores sociales (González, López y Luján, 1996: 8). Al respecto, Quintero (2010) presenta en las posturas de autores como Maxwell (1984) y Agazzi (1996) la visión de que “la ciencia solo podría contribuir al mayor bienestar social, si se olvidara de la sociedad para buscar exclusivamente la verdad” (Quintero, 2010: 224). Este modelo de neutralidad de la ciencia se profundizó a mediados del siglo XX, cuando Estados Unidos se afirmaba como potencia militar y económica en el ámbito mundial. Ello lo constata el hecho de que “el 28 de junio de 1941, el presidente Franklin D. Roosevelt creara la Oficina de Investigación y Desarrollo Científico (OIDC) y nombrara al exdecano de Ingeniería del Instituto Técnico de Massachusetts (MIT), Vannevar Bush, como su director” (Ratchford y Blanpied, 2008: 224). La OIDC se encargó de explorar e implementar planes para organizar los recursos científicos de este país en la preparación para la guerra. La más famosa y costosa de las iniciativas de investigación y desarrollo (I+D) fue el conocido Proyecto Manhattan (Boon, 2011: 55). Así se configuró un modelo sustentado en la investigación básica impulsada por el Estado.

56

Se entiende, entonces, que esta figura de orientación estatal presenta una trayectoria lineal en la que:

“El sistema científico recibe apoyo de la sociedad por medio del Estado, en especial, para la investigación básica, cuyos resultados difícilmente tienen un valor de mercado, se mantiene autónomo y relativamente aislado, es decir, fijas sus propias reglas y metas y, a la larga, la sociedad se beneficia por medio de la ciencia aplicada y de la innovación tecnológica” (Olivé, 2007: 38-39).

De esta manera, la concepción lineal de la ciencia establecía una comunidad científica cuya responsabilidad con el medio se limitaba a la generación del conocimiento científico y a la entrega de aplicaciones técnicas, listas para su uso, desestimando los efectos de no incluir la participación de los distintos agentes involucrados en la sociedad. Los efectos de esta figura de orientación estatal no se hicieron esperar, y con sucesos como “la bomba atómica de Hiroshima y Nagasaki, los vertidos de residuos contaminantes, accidentes nucleares en reactores civiles, envenenamientos farmacéuticos y derramamientos de petróleo” (López, 1998: 43),

entre otros, se comenzó a replantear la supuesta neutralidad de la ciencia y, por obvias razones, la concepción misma de la ciencia, la tecnología y su relación con la sociedad.

Sólo hasta los años 60 y 70 del siglo XX se dio la configuración de un movimiento que, partiendo de una reacción crítica procedente del seno de diversos grupos pacifistas, ecologistas, feministas y académicos, consideró necesario entender el fenómeno “científico-tecnológico en su contexto social, tanto en relación con sus condicionantes sociales, como en lo referente a sus consecuencias sociales y ambientales” (Quintero, 2010: 225). Surgió, entonces, el movimiento de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).

En Latinoamérica este movimiento emerge, en esta misma época, como propuesta articulada a las concepciones del desarrollo denominadas teorías de la dependencia, en las que se consideró que el atraso de la región en materia de ciencia y tecnología era producto de la dependencia económica que se tenía con respecto a los países centro o industrializados. Entre sus reflexiones principales estaban, de un lado, aquellas que invitaban a desechar la idea de que la ciencia era un proceso lineal y acumulativo, por lo que el subdesarrollo no podría considerarse como una fase previa al desarrollo, y por otro, algunas asociadas a la necesidad de cortar con la dependencia cultural, ya que la transferencia de modelos institucionales importados desde los países centro no contribuía al desarrollo regional en ciencia y tecnología (Casas, 2004: 258-259).

Según Dagnino, Thomas y Davyt (1996), el pensamiento CTS latinoamericano tuvo como mayor preocupación la necesidad de definir la forma en que el sistema de ciencia y tecnología podría articularse con la capacidad productiva de la región. En este contexto surge la iniciativa de Jorge Sábato y Natalio Botana, iniciativa que demandaba políticas estatales que impulsaran las interrelaciones dinámicas de los diferentes agentes de la sociedad (Casas, 2009: 257-259). Esta propuesta fue conocida como el triángulo de Sábato, y su objetivo consistía en resaltar la necesaria armonía que debía existir entre los actores que conformaban el sistema científico (gobierno, universidades y sectores productivos).<sup>1</sup> De esta manera, América Latina superaría su situación de dependencia con respecto a los países industrializados.

A pesar de que la iniciativa de Sábato trascendía los modelos lineales difundidos por Bush (Olivé, 2007; Ratchford y Blanpied, 2008; Boon, 2011), cabe resaltar que ésta también presentó puntos de controversia; uno de ellos fue el hecho de dar un papel privilegiado al Estado en las interacciones presentadas en dicho modelo (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000: 109), lo que es fácil de entender, pues en la época en que se configuró predominaban en América Latina los modelos de sustitución de

1. El Triángulo de Sábato es un modelo de política científico-tecnológica que postula que para que realmente exista un sistema científico-tecnológico es necesario que el Estado (como diseñador y ejecutor de la política), la infraestructura científico-tecnológica (como sector de oferta de tecnología) y el sector productivo (como demandante de tecnología) estén relacionados fuertemente de manera permanente.

importaciones (ISI) (Casas, 2009: 259).<sup>2</sup> Luego llegó la propuesta de los sistemas nacionales de innovación (Lundvall, 1988, 1992; Nelson, 1993), cuyo sustento fueron las teorías de sistemas.<sup>3,4</sup> Su cuestionamiento se asociaba al hecho de dar a la empresa el papel principal en la innovación (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000: 109). Posteriormente se desarrollaron los modelos de la triple hélice: primer modelo Etzkowitz (1994), segundo modelo y tercer modelo de la triple hélice Etzkowitz y Leydesdorff (2000), los que se conocieron, también, como los modelos de espirales, cuyo éxito dependía de las interacciones recursivas entre los agentes. En ellos se da un rol más relevante a las universidades.

Este trabajo persigue la idea propuesta por Olivé (2007) en el sentido de resaltar la necesidad de un nuevo contrato que, debido a la complejidad de la ciencia y la tecnología, no puede ser ya lineal ni descuidar la importancia de cada uno de los agentes que participan de él. Este sistema de relaciones interdependientes debe promover y permitir el diálogo entre pares, disciplinas y el público involucrado, de manera que las interacciones entre los agentes configuren una eficiencia sistémica (Fisher, 2010: 333).<sup>5</sup>

Este escrito está compuesto por cuatro secciones. En la primera se describe cómo la evolución del concepto de ciencia ha llevado a que esta no necesariamente persiga la búsqueda de la verdad, sino la consecución de una serie de intereses de los agentes vinculados a ella. En un segundo momento se presenta la forma en que los modelos tecno-científicos que han soportado la figura Universidad-Empresa-Estado (UEE) han ido cambiando desde formas lineales hacia unas de tipo interactivo, las que han generado a su vez transformaciones en las relaciones entre estos agentes y en sus respectivos interiores (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000: 118). En tercer lugar se presenta el caso de estudio de la empresa Colcircuitos S.A.S. En él se plantean el problema y su método de investigación y trabajo, lo que lleva a conocer las particularidades de cada momento, sus aciertos y sus limitantes. De esta manera se van identificando elementos que sean de utilidad para nuevas propuestas de trabajo bajo la figura de UEE. En una cuarta parte se presenta una propuesta que, desde la noción de eficiencia sistémica desarrollada por Fisher (2010), busca trascender el concepto de racionalidad económica o ingenieril para incluir uno de tipo transaccional.<sup>6</sup> De esta forma, se quiere resaltar la importancia de construir modelos

58

2. Industrialización por Sustitución de Importaciones (ISI), llamada también modelo ISI, es una estrategia o modelo económico adoptado en el territorio latinoamericano y en otros países en desarrollo con posterioridad a la Segunda Guerra Mundial.

3. El Sistema Nacional de Innovación (SNI) es un sistema abierto del cual forman parte las políticas, estrategias, programas, metodologías y mecanismos para la gestión, promoción, financiación y divulgación de la investigación científica y la innovación tecnológica, así como las organizaciones públicas, privadas o mixtas que realicen o promuevan el desarrollo de actividades científicas, tecnológicas y de innovación.

4. La teoría general de sistemas (TGS), teoría de sistemas o enfoque sistémico es un esfuerzo de estudio interdisciplinario que trata de encontrar las propiedades comunes a entidades llamadas sistemas. Estos se presentan en todos los niveles de la realidad, pero tradicionalmente son objetivos de disciplinas académicas diferentes. Su puesta en marcha se atribuye al biólogo austriaco Ludwig von Bertalanffy, quien acuñó la denominación a mediados del siglo XX.

5. Según Fisher es aquello que se hace de forma racional (lo que mejor podemos hacer) en el mejor de los ambientes posibles (justicia) para el mejor desarrollo de las potencialidades (libertad) del ser humano.

6. Depende de las transacciones o interacciones entre los distintos agentes involucrados.

tecnocientíficos exitosos que aprovechen las ventajas que brindan los relacionamientos existentes en la figura UEE.

## 1. Tecno-ciencia: de la búsqueda de la verdad a la conjunción de intereses

La ciencia y la tecnología se han presentado como dos eventos separados (Salomón, 1993: 1). Ello se debe a que su abordaje se ha dado bajo la denominación establecida por las concepciones clásicas de la episteme y technê, donde la primera se traduce como conocimiento científico, el que se considera teórico o puro, y la segunda como arte u oficio cuyo conocimiento está basado en la experiencia (Boon, 2011: 50-52).

Sin embargo, así sea común que la ciencia se vincule con teorías científicas, no puede desconocerse que ello sería muy reduccionista, puesto que olvida que toda esa producción de conocimientos se aplica en diferentes contextos sociales. Lo mismo ocurre con la tecnología, es decir, no puede simplemente considerarse desde su imagen instrumental, puesto que representa mucho más que una serie de artefactos de alto valor para el rendimiento organizacional e individual (Núñez, 1999: 76).

Hoy, esta separación ya no parece tan evidente, y por ello se le ha dado un nuevo apelativo: el de tecno-ciencia. “El término *tecno-ciencia* es utilizado para referirse a la íntima conexión entre ciencia y tecnología, al punto de un desdibujamiento de los límites de su concepción original” (Núñez, 1999: 39). Para entender su evolución debe resaltarse que la ciencia y la tecnología no siempre han estado relacionadas, y que en parte este fenómeno se ha manifestado debido a que el paradigma ha ido cambiando, desde uno en el que la ciencia tenía como propósito la búsqueda de la verdad hacia otro que propende por la consecución de la utilidad de los distintos agentes involucrados (Santos, 2002: 66).

En la Antigüedad clásica, la que se considera la base del pensamiento científico en Occidente, se tuvo como ideal la observación y la contemplación de la naturaleza (Agazzi, 1996: 133). Durante la Edad Media, en cambio, la orientación fue hacia la metafísica, y su sustento fue el pensamiento aristotélico. De esta forma se consideró a la ciencia como esclava de la teología (Trabeschi, 1977). En el Renacimiento, en cambio, se propuso conocer las leyes de la naturaleza para poder intervenirla o transformarla. Al respecto, Ferguson (2012: 54) describe a la Europa occidental del 1500 como miserable, atrasada y con la necesidad de recuperarse de la peste negra, pero “en el Renacimiento se redescubrieron numerosos estudios clásicos, a menudo, gracias al contacto con el mundo musulmán” (Ferguson, 2012: 108).<sup>7</sup>

Lo anterior indica que Occidente no llegó a su desarrollo aislándose del mundo, sino tomando como base el estado de la ciencia en aquella época, cuyos grandes avances se habían presentado en las civilizaciones orientales. De esta manera se

7. La peste negra o “muerte negra” se refiere a la pandemia de peste más devastadora en la historia de la humanidad, que afectó a Europa en el siglo XIV.

dejaron los cimientos para que en el período de la Ilustración, mejor conocido como el Siglo de las Luces, se diera la consolidación de la ciencia moderna, que se fundamentó en la evidencia experimental y la racionalidad y que tuvo como uno de sus rasgos distintivos la operatividad a través del uso de las matemáticas (Santos, 2002: 63, citando a Hottois, 1992: 181).

Así, la ciencia moderna es de carácter disciplinar (Santos, 2002: 65), lo que indica que se rige por unos medios y fines propios que se generan en unos contextos académicos cerrados y que, en ocasiones, pueden buscar alguna transferencia a otros escenarios: gubernamentales, empresariales y sociales, aunque su finalidad es la generación de conocimiento objetivo. Sin embargo, desde el surgimiento del movimiento CTS, la ciencia dejó de mirarse bajo la óptica de la neutralidad y la objetividad, y pasó a ser concebida como producto de unas circunstancias históricas y culturales concretas, por lo que se vuelve recurrente incluirla en la dimensión social, aunque cabe aclarar que los enfoques sobre CTS no han sido abordados desde una única perspectiva. Por este motivo algunos autores centraron el énfasis en la ciencia y le dieron un papel secundario a la tecnología; a esta corriente se le denominó alta iglesia, y su origen es europeo, mientras que otros centraron su atención en la tecnología y le dieron un rol subyacente a la ciencia; ellos fueron conocidos como la baja iglesia, y su surgimiento se da en Norteamérica (Quintero, 2010: 228).

En lo que atañe a la tecnología su análisis no es menos complejo. Núñez (1999: 33) muestra dos enfoques: por un lado, la visión intelectualista que considera la tecnología como ciencia aplicada, y por otro, la perspectiva instrumentalista que la presenta como conjunto de simples artefactos a disposición de la sociedad.

El enfoque intelectualista recibe el apelativo de imagen ingenua de la tecnología (Price, 1980: 169); Bunge (1966: 329) es su principal defensor; para él, la razón por la que se hace necesario definir la tecnología como ciencia aplicada es que la tecnología utiliza el método y el contenido de la ciencia pura (Boon, 2011: 59). En cambio, para Skolimowski (1966) no toda la tecnología se deriva de la ciencia; al contrario, ella puede tener una dinámica propia que se explica por una serie de sistemas complejos que por ser heterogéneos no tienen por qué vincularse de forma tan simplista con la ciencia misma.

Por su parte, la visión instrumental tiene el gran inconveniente de llevar a la sociedad a lo que Winner (2008: 19) define como sonambulismo tecnológico, lo que significa que existe mucha tecnología y que su utilidad es tan obvia que no se da espacio para una reflexión seria sobre las implicaciones de su uso, razón por la que los agentes que implementan un tipo de tecnología no comprenden asuntos como la relevancia o no de su uso, su dominio y la forma en que se le pueden hacer mejoras o adaptaciones, es decir: no se piensa acerca de su funcionalidad.

En cuanto a la visión intelectualista, este trabajo propone que en algunos casos es común que se presente causalidad entre los procesos científicos y tecnológicos, pero en otras ocasiones pueden funcionar con una dinámica independiente los unos de los otros. En lo que respecta al enfoque instrumental se plantea trascenderlo, y allí es donde este documento pretende dar el mayor aporte, ya que, según sea el caso, la

ciencia, la tecnología o la tecno-ciencia del mundo actual responden a una serie de intereses económicos, socioculturales y políticos; por tanto, sus objetivos obedecen a intenciones claras de empresas del conocimiento científico-tecnológico. Esta dinámica de mercado a veces impide que se dé una reflexión más profunda sobre sus reales efectos y aportes al desarrollo. Siguiendo a Nuñez (1999), la explicación de esto se le atribuye a:

“Que es verdad que la ciencia y la tecnología no garantizan el progreso social. La razón es simple, ellas no actúan en un vacío social. Sólo la política, la economía, la moral pueden convertirlas en aliadas del hombre o en sus enemigos” (Nuñez, 2007: 131).

Si se lleva esta cita al contexto de la figura Universidad-Empresa-Estado puede decirse que los agentes involucrados buscan sus propios intereses; la universidad, en primera instancia, pretende que dichos trabajos investigativos tributen productos científicos de los que se pueden, eventualmente, desprender servicios de extensión como consultorías y otros afines que representan posibilidades de ingresos diferentes a los provenientes por concepto de matrícula de estudiantes; a la empresa, por su parte, le interesa aplicar el conocimiento científico para que este se traduzca en mejoras de su productividad y de sus márgenes de ganancia; y al Estado le concierne ser puente o enlace entre los dos anteriores, puesto que posee una responsabilidad con la sociedad, pero también le interesa generar indicadores de casos exitosos para que su actuación aparezca como relevante.

61

Si bien en un mundo en el que predomina la economía de mercado todo esto es válido, lo que se considera como importante en este artículo es identificar aquellos factores clave para que se generen mayores avances y se saque un mejor provecho de estos modelos tecno-científicos. Para ello se hace indispensable conocer tanto la forma en que se relacionan estos agentes como los puntos de encuentro de sus intereses, es decir: sus interfaces o asuntos nodales.

## 2. De los modelos tecno científicos lineales a los de tipo interactivo

Desde que Vannebar Bush presentó su informe titulado *Ciencia, la frontera sin fin*, se adoptó un modelo que se sustentó en la ciencia básica y sirvió como referente para la formulación de políticas de ciencia, tecnología e innovación en el mundo desarrollado, o mejor, en los países que conforman la OCDE (Cortés, 2006: 97).<sup>8</sup> Este modelo se orientó a mostrar la trayectoria lineal de la ciencia: Ciencia básica → Ciencia aplicada → ingenierías → I+D+i, que fue criticada por Olivé (2007: 38). Lo anterior llevó a entender la innovación como una sucesión de etapas que provienen todas del conocimiento científico fundamentado en la ciencia pura o básica. A este

8. Conocida como «club de los países ricos», la OCDE agrupa a países que proporcionaban al mundo el 70% del mercado mundial y representaban el 80% del PNB mundial en 2007.

tipo de modelos se le dio la denominación de *Science Push*, cuya orientación supone que la ciencia siempre lleva a aumentos en el bienestar y progreso económico de las naciones. En definitiva, se presentaba la innovación como un proceso lineal que funcionaba de forma muy armónica y predecible.

El principal limitante de este modelo consiste en que la política de ciencia y tecnología está lejos de ser lineal. Al contrario, ésta representa un complejo entramado en el que está presente un grupo de actores que persiguen una serie de intereses y tienen sus propias prácticas o formas de hacer las cosas (Vasen, 2011:12). Por ello, la ciencia no puede ubicarse en un contexto universitario cerrado que se integre de forma marginal o, simplemente, mediante los resultados de sus investigaciones: se requiere que se interrelacione con los demás agentes que componen el sistema de ciencia y tecnología (Santos, 1999 y 2002; Olivé, 2007), y este debe ser un proceso de relacionamiento interactivo que potencie la innovación (Sábato y Botana, 1968; Etzkowitz y Leydesdorff, 1998, Etzkowitz y Leydesdorff, 2000; Cortés, 2006).

La primera de estas iniciativas de modelos tecno-científicos diferentes al lineal surgió en América Latina, de forma concreta, por medio del modelo de Sábato y Botana, cuyo propósito era poder crear las condiciones para que, por medio de una política de ciencia y tecnología, se estableciera una serie de relaciones entre la academia, la industria y el gobierno, para así cortar con la dependencia que los países latinoamericanos tenían con relación a los países industrializados. Si bien este modelo es el punto de partida para el desarrollo de la figura Universidad-Empresa-Estado, hay que reconocer que daba un papel preponderante al Estado, quintándole relevancia a los demás agentes. Esto fue así por un tiempo, pero sucesos como la crisis financiera de los países de América Latina en la década del 80, así como las modificaciones ocasionadas por los procesos de globalización vividos en los 90 fueron limitando su accionar, y en parte ello contribuyó a la dilución del pensamiento latinoamericano en CTS (Casas, 2004: 261).

El modelo de Sábato y Botana también fue analizado por Etzkowitz y Leydesdorff (2000: 111), quienes lo clasificaron dentro de las versiones débiles de los modelos de triple hélice I. La versión fuerte se desarrolló en algunos países de Europa del Este cuando estos hacían parte de la antigua Unión Soviética. Sus apelativos se deben a que las relaciones entre la academia y la industria eran en general inocuas en las dos situaciones, pero en el caso de los países ex socialistas, el Estado no daba casi ningún tipo de iniciativa a los demás agentes, pues los relacionamientos seguían un patrón Bottom-up (Cortés, 2006: 98) que no permitía mucha inclusión, ni margen de actuación a las universidades ni a las empresas.

Posterior a ello hubo una transición en la que predominaron los modelos tecno-científicos asociados a la definición de Sistemas Nacionales de Innovación –SIN– (Lundvall, 1988, 1992; Nelson, 1993). Estas propuestas se sustentaron en las teorías de sistemas que se encontraban en pleno auge en los decenios de los años 80 y 90. Al respecto, el BID (2011) presenta una clasificación de estos agentes en cinco subsistemas:



**Cuadro 1. Clasificación de los agentes de innovación**

Generación de conocimiento	Explotación del conocimiento	Organismos gubernamentales y agencias de desarrollo	Agentes que apoyan la innovación	Agentes que financian la innovación
Universidades y centros públicos y privados de investigación	Empresas	Cooperaciones y organizaciones creadas por el Estado	Centros de desarrollo tecnológico	Bancos, intermediarios y fondos de inversión

Fuente: elaboración con base en BID (2011)

El inconveniente que presenta este enfoque es el marcado protagonismo de la empresa como generadora de innovación, rezagando las actuaciones de la Universidad y del Gobierno.

Luego de ello aparece el modelo de triple hélice II, también de Etzkowitz y Leydesdorff (2000), denominado de *laissez-faire*; en éste, las iniciativas de los diferentes agentes parecen estar más equilibradas en el sentido que se difuminan las ideas del Estado omnipresente de la antigua URSS, y el de tipo paternalista desarrollado en algunos enfoques latinoamericanos. Sin embargo, presenta algunas relaciones con los modelos sustentados en los sistemas nacionales de innovación, en el sentido de destacar el predominio de la economía de mercado en donde la demanda es la que orienta las decisiones de innovación en ciencia y tecnología, por lo que comienza a usarse un término prestado desde el ámbito del *marketing*, denominado “tirón de la demanda” –*market pull*–, lo que hace necesario que las empresas se anticipen a las tendencias del mercado (Cortés, 2006).

63

Por último se presenta el modelo de la triple hélice III. En este las relaciones entre los agentes se hacen más complejas, ya que lo que importa en este caso son las intersecciones entre las diferentes esferas institucionales, lo que origina redes trilaterales y el surgimiento de organizaciones híbridas como las ya conocidas firmas *spin off* (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000: 111), cuyo significado estaría asociado a aquellas empresas que tienen origen en procesos de investigación y en donde se involucra la participación de la figura Universidad-Empresa-Estado.

Por la secuencia de los argumentos hasta acá expuestos, puede afirmarse que la condición para la innovación dejó de ser la ciencia básica, aunque en algunos casos puede serlo; en lugar de ello se considerarían otros dos elementos: la ciencia aplicada y el deseo de satisfacer las necesidades de la demanda (Cortés, 2006: 96). Es por este motivo que surgen, además de las firmas *spin off*, otras firmas que no necesariamente requieren del conocimiento científico; tal es el caso de las *start-up*,

cuyo origen se relaciona más con las actividades de emprendimiento.<sup>9</sup>

Se trata, pues, de un complejo entramado que da origen a nuevas formas de relacionamientos y lleva a redefinir las esferas mismas de participación de cada agente. El reto consiste en propender por una eficiencia sistémica (Fisher, 2010); por ello es importante destacar algunos de los esfuerzos locales como por ejemplo los trabajos desarrollados por los Comités Universidad-Empresa-Estado (UEE), en los que se promueve el avance por medio de la cultura del emprendimiento, la innovación y la asociatividad, para la competitividad y el desarrollo regional y local.<sup>10</sup>

A continuación se presenta un caso que, bajo la figura de los Comités UEE, describe la forma como se implementó una tecnología blanda en una empresa del sector de la electrónica en Medellín, Colombia, resaltando la forma como se dieron las interacciones entre los distintos agentes participantes, al igual que los logros alcanzados y los aspectos a mejorar. Para ello, en primer lugar, se hace una descripción que lleva al conocimiento de los antecedentes y del problema a abordar; luego se da una explicación acerca del método de investigación empleado, así como de la metodología de trabajo utilizada. De esta manera se extraen los elementos que sirven para la construcción de modelos tecno-científicos para futuros trabajos.

### 3. El estudio de caso

64

Este proyecto se enmarcó dentro de los lineamientos promovidos desde los Comités UEE; es decir, que desde su concepción misma se apuntó a la formulación de una agenda de investigación conjunta que buscara potenciar el diálogo entre los diferentes agentes a fin de generar efectos sobre la productividad y competitividad en la región.

#### 3.1. Antecedentes y planteamiento del problema

Para contextualizar el problema a abordar se debe hacer antes que nada una descripción de los agentes participantes. La Universidad de Medellín se define como una institución no oficial de educación superior, organizada como corporación de utilidad común que ofrece programas de formación universitaria mediante un currículo integrado o por ciclos de formación avanzada, educación no formal y educación continuada. La universidad cuenta con una vicerrectoría de investigaciones descentralizada a través de seis centros de investigación; uno de ellos, el que se

9. Las *start-up* por lo general comienzan como una idea de negocio creativo; el paso inmediato es agregar diferenciación a dicha idea a través de la innovación, para finalmente emprender el negocio. Una *start-up* es una organización humana con gran capacidad de cambio, que desarrolla productos o servicios, de gran innovación, altamente deseados o requeridos por el mercado, donde su diseño y comercialización están orientados completamente al cliente.

10. El Comité UEE es un espacio que facilita la sinergia de voluntades y conocimientos de empresarios, delegados de universidades, de gremios y del gobierno nacional para la formulación de agendas de trabajo en temas de I+D+i de orden departamental que permitan plantear acciones para mejorar la productividad y competitividad de los sectores productivos estratégicos.

asocia a este caso debido a su objeto de estudio, es el Centro de Investigación en Ciencias Económicas, Administrativas y Contables (CIECA); allí reside el grupo de negocios y relaciones internacionales, cuyos investigadores abordaron este caso exitoso.

Por el lado del Gobierno se presenta la Ruta N-Medellín, que es una corporación creada por la Alcaldía de Medellín, UNE y EPM, para promover el desarrollo de negocios innovadores basados en tecnología que incrementen la competitividad de la ciudad y de la región; además, es la vocera de la Administración municipal en asuntos de ciencia, tecnología e innovación (CTI).<sup>11 12</sup> Por lo tanto, entre sus funciones está la de gestionar la política pública en Medellín mediante la participación y la articulación con los niveles regional, nacional e internacional. De esta forma, se entiende que su función estaría orientada a impulsar los nuevos negocios que traerán más desarrollo económico y social a la ciudad y a la región.

Como representante de la empresa está Colcircuitos S.A.S., que es una pyme especializada en ofrecer servicios integrales de manufactura electrónica, y que se ha consolidado como soporte de muchas empresas nacionales en el desarrollo de sus productos.<sup>13</sup> Dentro de sus servicios se encuentran los siguientes: conceptualización de un proyecto, SMD o la línea de ensamble manual, diseño electrónico, componentes, fabricación de circuitos impresos multicapas, control de calidad y ensamble automatizado. Para su selección se tuvieron en cuenta varios aspectos como el hecho de que sus productos y servicios fueran transversales a varios sectores, ya que generan soluciones a industrias como la automotriz, el transporte público, las comunicaciones, la informática, la seguridad y la electromedicina, además de contar con un alto componente innovador presente en sus procesos y productos. Prueba de ello han sido los diferentes premios y reconocimientos recibidos en su corta existencia, entre los que se destacan: Cultura E 2005, Destapa Futuro-2008 (Bavaria, regional), Destapa Futuro-2009 (Bavaria, nacional), Ingenio-2009, IBM (Mentoría)-2011, Misión Comercial Perú-2011(Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia).

65

11. Primer proveedor de servicios de telecomunicaciones en Colombia con el más completo paquete de servicios integrados: telefonía fija, telefonía móvil, larga distancia, internet banda ancha, televisión e Internet móvil.

12. EPM es una empresa de servicios públicos domiciliarios que tiene una historia para contar, con cifras y hechos de una responsabilidad social y ambiental que le da sentido a su origen, a su desarrollo y a su estrategia de negocios. En su primera etapa, EPM sólo atendió a los habitantes de Medellín, la ciudad donde inició sus actividades en 1955. Desde entonces ha alcanzado un alto desarrollo que la sitúa a la vanguardia del sector de los servicios públicos en Colombia. Organizada bajo la figura de "empresa industrial y comercial del Estado", de propiedad del Municipio de Medellín, EPM imprime los más altos estándares internacionales de calidad a los servicios que presta: energía eléctrica, gas por red, agua y saneamiento. Experiencia, fortaleza financiera, transparencia y capacidad técnica son los principales rasgos que identifican a esta organización, cuyo enfoque principal es su responsabilidad social y ambiental. EPM llega a 123 municipios de Antioquia. En Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá atiende a 3.6 millones de habitantes.

13. En Colombia, la normativa que rige lo relacionado con las pymes es la Ley 905 de 2004. En dicha ley se hizo la clasificación de las pymes de acuerdo a su tamaño, activos y número de empleados; así, las microempresas quedaron en el rango de activos de menos de 501 salarios mínimos legales vigentes (smlv) y con un personal inferior a diez empleados; las pequeñas entre los 501 y 5000 (smlv) en lo que a activos respecta y entre 11 y 50 trabajadores; mientras que las medianas empresas se mueven en un rango de activos desde 5001 y 15000 (smlv) y un personal empleado que oscila entre los 51 y 200 empleados.

La empresa se contactó en el marco de los NLab –Laboratorios de Mercados–, un programa difundido por la Corporación Ruta N, el cual buscó conformar una red de universidades nacionales que establecieran líneas de trabajo con sus estudiantes de maestría en administración para que apoyaran el desarrollo de planes de acceso a mercados internacionales de empresas productoras de bienes o servicios de alto valor agregado de la ciudad. En este sentido, uno de los méritos de este trabajo fue hacer que un proyecto de aula nacido en el seno de la maestría en administración de la Universidad de Medellín se convirtiera en un proyecto de investigación. Esta iniciativa recibió el nombre de “Propuesta para la internacionalización de la empresa Colcircuitos S.A.S., convenio Ruta N-U. de. M.”.

### 3.1.1. Planteamiento del problema

Al momento de iniciar la investigación, la empresa Colcircuitos S.A.S. tenía ya nueve años de existencia; su gerente-dueño consideraba que era el momento de incursionar en mercados internacionales, pues se estaba presentando una serie de oportunidades que, de acuerdo con los recursos, capacidades y potencialidades de la empresa se estaban desaprovechando. Hasta ese momento su rango de acción había sido el mercado local, con la excepción de dos casos no satisfactorios: España y Ecuador, los que por desconocimiento de temas culturales, económicos y operativos de la internacionalización no se llevaron a feliz término.

El reto, entonces, consistía en estructurar un plan de internacionalización lo suficientemente flexible, al punto de que los asuntos contingentes pudieran adaptarse de forma sencilla a dicha estrategia. La pregunta que sirvió de guía orientadora para la investigación fue: ¿de qué forma la empresa Colcircuitos S.A.S. podría pasar de tener una presencia internacional esporádica a realizar un proceso de internacionalización que permitiera su consolidación económica en mercados de América Latina?

66

## 3.2. El método de investigación utilizado

Toda investigación está influenciada por la posición filosófica de los investigadores y la naturaleza del proyecto, por lo que necesariamente debe ser abordada desde algún paradigma. El enfoque predominante ha sido el positivista o mejor conocido como paradigma “Maestro” (Riley y Love, 2000). Sin embargo, esta investigación se trabajó bajo un paradigma alternativo conocido como perspectiva fenomenológica que da cuenta de una multiplicidad de métodos aplicados a la investigación en ciencias económicas y administrativas. Para este caso particular, el método a utilizar fue el de investigación acción. Según Gumensson (1991) este método tiene dos propósitos:

- \* Solucionar un problema para un cliente, en este caso el de la internacionalización de la empresa Colcircuitos S.A.S.
- \* Aportar al estado del conocimiento de un tema, de forma concreta en este trabajo, al de la internacionalización de pymes.

La ventaja de este método es que permite intervenir no al final, sino durante el desarrollo de la investigación, haciendo que se generen planes de acción que conduzcan a la empresa a un nivel superior en su camino hacia la inserción

internacional.

En el caso de la empresa Colcircuitos S. A. S., la fase 1 se denominó medición del potencial de internacionalización y tuvo como propósito conocer qué tan preparada estaba la empresa en términos de sus recursos y sus capacidades para internacionalizarse, así como revelar cuáles líneas o servicios debería internacionalizar. En resumen, esta primera fase responde la pregunta: ¿qué internacionalizar? En la fase 2, una vez realizado el diagnóstico y entregados los planes de acción, se debían elegir los mercados hacia donde iban a ir los bienes y servicios de la empresa. Esta fase responde a la pregunta: ¿adónde internacionalizarse? Acá se empezó por perfilar a la empresa, es decir: definir si se trataba de una empresa cuya internacionalización se hace por procesos (Modelo Uppsala) o si se trataba de una Born global. El criterio para ubicar a la empresa en uno de los dos modelos fue el de distancia psicológica o cultural.<sup>14 15 16</sup> Al momento de examinar el caso, la empresa Colcircuitos S. A. S. tenía un rango de actuación casi en su totalidad local, además de contar con una baja experiencia internacional en su equipo de gestión; entonces, se optó por clasificarla en un perfil tipo modelo Uppsala. En la fase 3, por medio de un modelo híbrido se construyó un instrumento denominado “matriz de correspondencia”, cuyo objetivo era el de elegir el modo de entrada más adecuado. Este momento responde a la pregunta: ¿cómo internacionalizarse?

Todas estas fases tuvieron un gran rigor teórico, pero no se hará mención de las teorías que las soportan ni de los modelos diseñados, pues ello sería tema de otro artículo. Sin embargo, en caso de precisar un mayor análisis los lectores pueden remitirse al trabajo de NG Henao y Londoño (2012).

67

### 3.3. La metodología de trabajo: aciertos y aspectos a mejorar

La metodología de trabajo se puede describir desde tres momentos.

#### 3.3.1. Acercamiento inicial

El proyecto se inició con una reunión de acercamiento entre los agentes participantes, con el fin de identificar puntos de encuentro que permitieran a los participantes

14. Es un modelo de internacionalización por procesos difundido por Johanson y Vahlne (1977, 1990); en él se presenta la internacionalización como un transcurrir por una serie de fases, cada una de ellas condición para llegar a la otra.

15. Oviatt y McDougall (1994) denominaron así a las empresas que no requieren de un proceso para su inserción internacional. Algunos autores las definen como aquellas que en sus primeros años de existencia ya se encuentran operando en los mercados internacionales.

16. En la internacionalización, cuando las organizaciones tienden a buscar los países culturalmente más cercanos al país de origen, se hace referencia a “distancia cultural o psicológica”. Al respecto, Johanson y Vahlne (1990) plantearon que las organizaciones tienden a buscar a los países culturalmente más cercanos al país de origen; a esto lo llamaron “distancia psicológica”. En la definición se enmarca todo lo relacionado con aspectos como la lengua hablada, la cultura, lo político, los sucesos históricos que los unen o separan, y hasta el nivel de desarrollo económico. Para ello se tiene en cuenta que las organizaciones tienden a expandirse a países y mercados con menor distancia psicológica o cultural y, paulatinamente, a medida que crecen en edad y en conocimientos, tienden a comprometerse con procesos de internacionalización a lugares con distancia psicológica o cultural mayor.

beneficiarse de este tipo de alianza. En este momento inicial ocurre algo muy parecido a lo que propone el modelo de triple hélice III de Etzkowitz y Leydesdorff (2000: 111).

### *3.3.2. La planeación del proyecto*

Posterior al acercamiento inicial, y de acuerdo con las percepciones sobre puntos de encuentro de los agentes, los investigadores presentan el proyecto de investigación ante los estamentos de la universidad, los cuales asignan unos pares externos para que lo evalúen y envíen sus sugerencias; luego se hacen las modificaciones del caso y se espera la respuesta de la universidad. En esta fase, la investigación se comporta algo parecido al modelo lineal cuestionado por Olivé (2007: 38).

El paso a seguir fue el de establecer los derechos de propiedad intelectual y dar inicio al proyecto como tal. Debe decirse que la metodología de trabajo estuvo muy orientada por los tiempos que los investigadores del proyecto definieron en su planeación inicial, donde consignaron que se harían tres informes de avance y uno final. Como el proyecto tenía una duración de un año, dichos informes debían entregarse en promedio cada tres meses; de acuerdo con este cronograma se pactaron cuatro reuniones con los tres agentes involucrados (Universidad, Ruta N y Empresa), para evaluar los resultados de dichos informes.

Por el lado de la universidad, los roles de los investigadores estaban previamente definidos cuando se presentó el proyecto para evaluación de pares. En el caso de la empresa, el gerente-dueño designó a una persona como cabeza visible de la internacionalización. Por su parte, Ruta N nombró a un encargado de hacer seguimiento al proceso.

### *3.3.3. Parte operativa del proyecto*

La práctica no fue tan sencilla porque el compromiso era proponer una metodología de internacionalización de empresas, fundamentada en una rigurosa revisión científica, lo que consume tiempo, debido a que se requiere de búsqueda y lectura detalladas, así como del análisis de la información y su sistematización. Esto sin contar con las veces en las que hay que generar algunos diseños y someterlos a prueba.

Por este motivo se solicitó por parte de los investigadores una prórroga para que el proyecto pasara de 12 a 15 meses. Los agentes estuvieron de acuerdo y, de paso, se hicieron unas modificaciones al tema de la propiedad intelectual, pues se entendió que el primer documento era algo impreciso porque todos los agentes no tenían la misma forma de participación y sus razones misionales eran diferentes.

En este modelo interactivo, Ruta N era el enlace o puente para que se encontraran la universidad y la empresa; de ahí en adelante estos dos últimos agentes debían intensificar sus encuentros de trabajo. En la primera parte de la investigación, las reuniones fueron muy frecuentes porque había que conocer a fondo a la empresa; este conocimiento se logró mediante fuentes primarias como entrevistas estructuradas y cuestionarios; luego, hubo que procesar esa información y hacer una serie de diagnósticos que llevaran a la formulación de planes de acción en la

empresa, lo que exigió el nombramiento de responsables para ejecutar dicha intervención. Con el paso del tiempo los encuentros entre universidad y empresa se hicieron menos intensivos, ya que esta última había internalizado el conocimiento sistematizado por la universidad, lo que generó cierta autonomía producto del aprendizaje organizacional, aunque en algunos casos también obedeció a las múltiples ocupaciones de ambos agentes (reuniones internas, citas con proveedores, compromisos con clientes, compromisos con la universidad, cumplimiento de varias funciones sustantivas de la universidad al mismo tiempo).

### 3.3.4. Aciertos y aspectos a mejorar

Si bien se había hecho una planeación que incluía una serie de reuniones para evaluar los resultados de los informes de avance, no siempre éstas se cumplieron porque los representantes de cada institución debían atender variadas agendas que imposibilitaban los encuentros. Al finalizar el proyecto todos los agentes involucrados evaluaron el proceso y dieron sus puntos de vista sobre los beneficios de dicha interacción y, también, de lo que debía mejorarse. En el **Cuadro 2** se sintetiza lo que cada parte manifestó:

**Cuadro 2. Síntesis sobre avances y aspectos de mejora en la participación de los agentes**

Universidad	Empresa	Estado
Se piden más condiciones para el desarrollo de la investigación ya que los múltiples compromisos de los investigadores en actividades de docencia y extensión puede convertirse en un limitante para el normal cumplimiento de los compromisos investigativos	Pudieron notar que la investigación tiene un aliento más de largo plazo y que, aunque muchas de las necesidades de las empresas son del corto plazo e, incluso, del día a día, entendieron que ello había que conciliarlo pues no se trataba de una consultoría sino de un proceso investigativo. también manifestaron la necesidad de que los informes se presentaran en lenguajes más sencillos.	Expresaron mediante un comunicado de su equipo editorial, el éxito del caso aplicado a la empresa Colcircuitos S.A.S, ello puede constatarse en el enlace: <a href="http://www.rutanmedellin.org/actualidad/Paginas/el_exito_de_NLab_rutan_270612.aspx">http://www.rutanmedellin.org/actualidad/Paginas/el_exito_de_NLab_rutan_270612.aspx</a>

69

Fuente: elaboración propia con base en percepción de los agentes

Cabe destacar que la empresa quedó satisfecha porque no sólo tenía una metodología que le servía como guía normativa para su internacionalización hacia algunos mercados de América Latina, sino que ésta era lo bastante flexible como para incluir en ella las continuas oportunidades que los mercados mundiales les brindaban a la empresa.

En lo que respecta al avance en el estado del arte de los modelos de relacionamiento de la figura UEE, este trabajo muestra que no obedece a uno solo de

estos, sino que ello depende de la fase del proyecto que se esté analizando. Así, en la fase denominada de acercamiento inicial, las interacciones entre los agentes se comportan de manera similar a lo sugerido por el modelo de triple hélice III de Etzkowitz y Leydesdorff (2000: 111); en cambio, en la parte denominada planeación del proyecto, ocurre que éste sigue una trayectoria lineal como la que se cuestionó en los trabajos de Olivé (2007: 38); por último, en la etapa que se denominó parte operativa del proyecto se notó un vínculo mayor entre la universidad y la empresa, por lo que no fue tan activa la participación del Estado. De esta experiencia surge una gran pregunta. ¿Las reglas de estas interacciones entre agentes se establecen de forma a priori? O en palabras de Fisher (2010), ¿las reglas de juego se establecen antes de jugarlo? Si esto se responde desde lo normativo, es decir, a partir del deber ser, la respuesta tendría que ser sí. Sin embargo, en la práctica, así existieran ciertas pautas orientadoras, éstas eran corregibles según la aceptabilidad racional de sus resultados (Fisher, 2010: 303).<sup>17</sup> Por ello, en los relacionamientos entre los agentes (U. de M., Ruta N, Colcircuitos S.A.S.) se tuvo que tener presente un continuo ajuste de la práctica, ella es la razón por la que cada momento analizado presentó rasgos diferentes.

#### **4. Elementos para la construcción de modelos tecno-científicos en el contexto de la relación UEE**

Este trabajo plantea que la construcción de modelos tecno-científicos bajo la figura UEE debe perseguir la idea de legitimidad expresada en el concepto de Eficiencia sistémica, en lugar del de eficiencia ingenieril o económica que persigue, casi que de forma exclusiva, la maximización de beneficios. A la primera se le puede definir como aquella que se hace de forma “racional (lo que mejor podemos hacer), en el mejor de los ambientes posibles (justicia), para el mejor desarrollo de las potencialidades (libertad) del ser humano” (Fisher, 2010: 324). Para que esta pueda consolidarse se requiere del alcance de unas “reglas intersubjetivamente acordadas” (Fisher, 2010: 300-301), lo que a su vez requiere la definición de los agentes participantes, el conocimiento de sus fines, medios y valores (Tarazana, 2003: 49), la identificación de los asuntos nodales (Fisher, 2010: 315) y la evaluación de los riesgos de sus elecciones, tanto intencionales como no intencionales (Tarazana, 2003: 56).

##### **4.1. Definición de los agentes participantes**

Cuando se emprenden trabajos asociativos como los que se llevan a cabo en la figura UEE, es normal que se necesite de saberes ínter y transdisciplinarios (Luengo, 2012: 10-12), pues la complejidad de los fenómenos a abordar así lo requiere. Estos agentes pueden clasificarse de diversas formas. Por ejemplo, si lo que se quiere es

17. La racionalidad en Fisher no es la racionalidad económica o ingenieril, que se sustenta en la maximización de ganancias. Al contrario, es una racionalidad transaccional; ello porque es el intercambio de razones lo que establece lo que es conveniente. Esto se examina de acuerdo con los resultados de esas prácticas sobre los públicos involucrados. Por este motivo es, también, lo que define la legitimidad de dichos modelos tecno-científicos.



dar la connotación de un sistema, entonces podría tomarse como referencia la clasificación dada por el BID (2010: 11) presentada en el **Cuadro 1**.

Otra forma alternativa de clasificación de los agentes participantes puede ser la que Tarazana (2003) da, en la que hace una distinción entre expertos y no expertos. Los primeros se vinculan a los conocimientos científicos e ingenieriles que se fundamentan en un proceso sistemático, ordenado y objetivo. Para el segundo grupo podría decirse que se trata del conocimiento que “se guía por un conjunto de experiencias y concepciones del mundo con un carácter más flexible, informal, variable y no susceptible de sujetarse a un criterio formal, universal y cuantitativo” (Tarazana, 2003: 41). De esta forma, la clasificación quedaría como se expresa en el **Cuadro 3**:

**Cuadro 3. clasificación de los agentes**

Expertos	No expertos
Investigadores, asesores, consultores	Representantes de agencias gubernamentales, empresarios, grupos afectados, comunidades.

Fuente: elaboración propia con base en Tarazana (2003)

71

Sea cual fuere la clasificación, lo importante es que se definan de forma precisa y clara los participantes de las interacciones mencionadas.

#### **4.2. Clasificación de fines, medios y escalas de valores**

Cada agente tiene unos fines que se encuentran orientados por sus diversos intereses. A la universidad le atañe la generación de conocimiento, y ello trae como consecuencia el desarrollo de productos científicos como publicaciones y patentes. Al Estado le confiere el diseño, aplicación y seguimiento de prácticas que se traduzcan en beneficio para la sociedad, y mucho de ello lo refleja en indicadores de casos exitosos. A la empresa le interesa que esas aplicaciones científico-tecnológicas representen mejoras de su productividad y competitividad. Es decir, cada agente participante tiene una serie de propósitos que obedecen a su naturaleza jurídica y a su rol en la sociedad. Por ello es importante desde el inicio de los relacionamientos de estos agentes que esto no se desconozca y se comprenda por qué puede ser que en algunos casos los intereses no se concilien de forma tan simple.

Para alcanzar dichos fines emplean unos medios que también pueden ser diversos, dependiendo de la cultura organizacional de cada agente, pues ello determina de alguna forma las prácticas empleadas. En el caso de las universidades pueden existir algunos centros de investigación que se orienten de acuerdo con los lineamientos diseñados en sus políticas de investigación; así, la decisión de otorgar descargas académicas, de permitir apoyo de auxiliares de investigación, de hacer o no efectivo

el presupuesto consignado o de hacer ampliaciones del período de tiempo dependen, en buena medida, de la relevancia institucional que se le dé al tema investigativo. Por el lado del Estado, los medios también van de la mano con la existencia de políticas e instituciones creadas para determinados fines que casi siempre buscan tener alguna relevancia social. Por tal razón estas agencias designan a cierto personal que se encargue de facilitar los relacionamientos entre la universidad y la empresa. por su parte, la empresa puede utilizar como medio la designación de un encargado para el proceso de interacción, y quien atenderá las solicitudes de los demás agentes; en algunos casos podría contarse con la fortuna de que la empresa cree una nueva dependencia con su respectivo presupuesto; claro que ello depende del potencial y de los beneficios del proyecto.

Otro factor clave, y que muchas veces no se toma en consideración, es el asunto de los valores de cada una de las organizaciones o agentes participantes. No tener presente esto puede ser un error, ya que los agentes “eligen sus fines y medios sobre la base de una determinada escala de valores y a partir de ello pueden prever los efectos de dichas actuaciones” (Tarazana, 2003: 51). Lo anterior expresa la necesidad de trascender la visión teleológica que únicamente se centra en el empleo de unos medios para alcanzar ciertos fines, pues es igualmente importante definir los valores que orientan la elección de dichos fines y medios.

#### **4.3. Identificación de asuntos nodales**

72

Siguiendo a Núñez (2007: 45), sería inviable en modelos tecno-científicos, en este caso, en la relación UEE, no examinar las interacciones dinámicas que se presentan entre los distintos agentes. De esta forma, lo que se quiere resaltar es que lo relevante no es la yuxtaposición de los intereses propios sino los asuntos nodales, es decir, aquellos que surgen de las intersecciones, los puntos de frontera y las tensiones que aparecen en las relaciones existentes entre los participantes de dichos procesos (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000: 111; Fisher, 2010: 315); en otras palabras, de las interfaces.

En el contexto de la figura UEE, lo nodal haría referencia a los beneficios comunes que representan la aplicación de estos modelos tecno-científicos y cómo ello contribuye al avance de la ciencia, la tecnología, el desarrollo y la competitividad regional.

Esos asuntos nodales deben perseguir también el ideal de justicia, pues muchas veces los acuerdos sobre propiedad intelectual no hacen honor a ello, ya que desdibujan la razón de ser de cada agente. Por ejemplo, si la universidad y el Estado le reclamaran a la empresa una parte de los derechos de propiedad sobre bienes o servicios que se desarrollaron durante el periodo en el que se implementó la figura UEE, pero que hacían parte de proyectos que la empresa ya venía desarrollando con antelación, se estaría utilizando dicha figura para obtener beneficios diferentes a los que se buscan con este tipo de alianzas, ya que que la función de la universidad y de los organismos gubernamentales no es la producción empresarial. De igual forma, si se le pidiera a la academia otorgar alguna participación al Estado y la empresa sobre los derechos de propiedad de algunos productos resultantes del proceso

investigativo, como es el caso de las metodologías científicas, también se estarían haciendo reclamos inapropiados, pues dicha metodología hace parte del know how de la universidad.

Los anteriores ejemplos tienen como finalidad el hecho de resaltar la importancia de saber ubicar con precisión cuáles son esos asuntos nodales que deben identificarse en los trabajos colaborativos que se realicen bajo la figura UEE, pues se pretende que en lugar de generar un escenario para la disputa, se propicie uno en el que se aprovechen los grandes beneficios que ofrecen dichas alianzas.

#### **4.4. Evaluación de los riesgos de las elecciones**

Elegir un modelo tecno-científico es optar por un camino y como tal no solo reporta beneficios, también implica sacrificios o, mejor, renunciaciones. Lo importante es comprenderlo de tal forma que cada agente sea consciente de lo que está ganando, y de aquello a lo que está renunciando.

Por esta razón se hace necesario que los agentes involucrados en dichos procesos conozcan y comprendan que se enfrentan a ciertos riesgos asociados a la elección de un sistema tecno-científico. Algunos de ellos se pueden prever y sus efectos pueden definirse como intencionales; otros, en cambio, no, pues son no intencionales y obedecen a que “no es posible prever todas las consecuencias posibles que su aplicación y desarrollo producirán en las personas, en la sociedad o en el ambiente, pues nuestro ojo es humano y no divino” (Tarazana, 2003: 52). De acá se desprende que si bien el desarrollo e implementación de modelos pueden potenciar la competitividad, la asociatividad, la innovación y el desarrollo regional (UEE, 2013), también pueden convertirse en una nueva fuente de riesgo que debe conocerse, con el fin de que la elección se haga con la mayor información y libertad posibles.

73

#### **4.5. Definición del método de trabajo**

Es importante hacer una planeación del trabajo que incluya los tiempos y las formas como los agentes se relacionan en cada momento, además de definir los encuentros comunes y la manera como se hará seguimiento y evaluación de los mismos. Este plan debe ser lo suficientemente flexible como para permitir modificaciones que reorienten las diferentes fases del proyecto y consideren como aspecto fundamental la forma como se establezca la comunicación entre los diferentes tipos de agentes, expertos y no expertos (Tarazana, 2003), ya que se requiere un lenguaje que facilite la interacción entre pares, disciplinas y el público (Olivé, 2007), y en donde la presencia de nuevos profesionales en mediación se convierte en un requisito para que el sistema funcione según la idea de eficiencia sistémica (Fisher, 2010).

### **Conclusiones**

La ciencia ha ido evolucionando, desde el propósito de la búsqueda de la verdad, hacia el de la conjunción de una serie de intereses, en muchos casos, complejos. Esta misma trayectoria ha llevado a hablar de cambios en los modelos tecno-

científicos existentes, pasando de unos de tipo lineal, a unos no lineales o más interactivos.

En el caso expuesto, el de la tecnología blanda aplicada a la empresa Colcircuitos S.A.S., se identificaron una serie de momentos en los que cada agente se relacionó de forma diferente. Así, en el acercamiento inicial que estos tuvieron, la relación entre los agentes se pareció más a lo propuesto en el modelo de triple hélice III de (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000: 111); en cambio, en la fase de planeación se siguió más bien la trayectoria lineal criticada por Olivé (2007). De otra forma, en la etapa denominada parte operativa se dio un relacionamiento más intenso entre la empresa y la universidad, no tanto con el Estado. Todo lo anterior estaría indicando que la clasificación en un modelo depende de las características particulares de cada fase.

Este caso, junto con otras experiencias asociadas al desarrollo de modelos tecnocientíficos bajo la figura de UEE, deja una serie de elementos muy interesantes que, de ser tenidos en cuenta, pueden contribuir a que estos proyectos asociativos tengan un mayor éxito e impacto en la sociedad. La propuesta está enmarcada en la idea de eficiencia sistémica desarrollada por Fisher (2010), en la que para su consecución se propusieron cinco aspectos: definir los agentes participantes, clasificar los fines, medios y escalas de valores, identificar los asuntos nodales, evaluar los riesgos de las elecciones y elegir el método de trabajo. Estos aspectos no pueden convertirse en una camisa de fuerza, pues, como se mencionó antes, aunque es posible que existan reglas orientadoras, éstas serán siempre corregibles según la aceptabilidad racional de sus resultados por parte de los agentes involucrados. Por ello es importante destacar que en lugar de imponer unas directrices sobre la forma de configurar los relacionamientos en el contexto UEE, lo que se pretende es entregar más elementos para la reflexión sobre aspectos que repercuten en el desempeño y en el éxito de la implementación de modelos tecnocientíficos, de manera que la profundización de éstos se convierta en una alternativa que dé nuevas luces para que este tipo de esfuerzos interactivos rindan mayores frutos.

Dentro de las temáticas que podrían abordarse en futuras investigaciones estarían: el papel de los expertos y no expertos en el desarrollo y aplicación de modelos tecnocientíficos, la importancia de las escalas de valores en la selección de estos, los asuntos nodales en la figura UEE, la evaluación del riesgo de elección de un sistema técnico, y el papel del lenguaje, la mediación y la comunicación en la configuración y consolidación de modelos tecnocientíficos. Su profundización permitiría avanzar en el estado del conocimiento de esta temática.

## Bibliografía

- AGAZZI, E. (1996): *El Bien y el Mal de la Ciencia*, Madrid, Tecnos.
- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. (2011): *Los Sistemas Regionales de Innovación en América Latina*, New York, BID.
- BETANCOURT, W. (2004): "El sentido de la ilustración para Kant", *Praxis filosófica*, no 18, pp. 7-39.
- BOON, M. (2011): "In defense of engineering science: on epistemological relation between science and technology". *Techné*, vol. 15, no 1, pp. 49-71.
- BUNGE, M. (1966): "Technology as Applied Science", *Technology and Culture*, vol. 7, no 3, pp. 329-347.
- CASAS, R. (2004): "Conocimiento, tecnología y desarrollo en América latina", *Revista Mexicana de Sociología*, año 66, número especial, pp.255-277.
- CORTÉS, F. (2006): "La relación universidad-entorno socioeconómico y la innovación". *Revista Ingeniería e Investigación*, vol. 26, no 2, pp. 94-101.
- DAGNINO, R.; THOMAS, H y DAVYT, A. (1996): "El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latino América: una interpretación política de su trayectoria", *Redes*, vol. 3, no 7, pp. 13-51.
- ETZKOWITZ, H. (1994): "Technology Centers and Industrial Policy: the Emergence of the Interventionist State in the USA", *Science and Public Policy*, vol. 21, no 2, pp. 79-88.
- ETZKOWITZ, H., y LEYDESDORFF, L. (2000): "The dynamics of innovation: from National System and Mode 2 to Triple helix of university-industry-government relations". *Research Policy*, no 29, pp.109-123.
- FERGUSON, N. (2012): *Civilización: Occidente y el Resto*, México, Debate.
- FISHER, J. (2010): *El Hombre y La Técnica: hacia una filosofía política de la ciencia y la tecnología*, México, UNAM.
- GONZALES, M.; LÓPEZ, J. Y LUJÁN, J. (1996): *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Madrid, Tecnos.
- GUMMESSON, E. (1991): *Qualitative Research in Management*, Londres, Sage Publications.
- GUTIERREZ, M.; GÓMEZ, M y MARTIN, M. (2001): "¿Es cultura la ciencia?", *Enseñanza de la Ciencia desde la perspectiva de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Madrid, Narcea.

LÓPEZ, A. (1998): "Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos". *Revista Iberoamericana de Educación*, no 18, pp. 41-68.

LUENGO, E. (2012): *Interdisciplina y transdisciplina: aportes desde la investigación y la intervención social universitaria*, Guadalajara, ITESO.

LUNDVALL, B. (1988): *Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation*, Londres, Pinter.

LUNDVALL, B. (1992): *National Systems of Innovation*, Londres, Pinter.

NELSON, R (1993): *National Innovation Systems: a Comparative Study*, New York, Oxford Univ. Press.

NG HENAO, R. y LONDOÑO, A. (2012): "Diseño de un modelo de dirección por competencias básicas distintivas para las pymes exportadoras de la ciudad de Medellín". *Semestre Económico*, vol. 15, n° 32, pp 197-223.

NUÑEZ, J. (1999): *La Ciencia y la Tecnología Como Procesos Sociales*, La Habana, Felix Varela.

MAXWELL, N. (1984): *From Knowledge to Wisdom: A Revolution in the Aims & Methods of Science*, Oxford.

76

MOUTINHO, L. (2011): *Seminario Internacional de Metodología de la Investigación*, Medellín, Escuela de Ingenierías de Antioquia.

OLIVÉ, L. (2007): *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento*, México, Fondo de Cultura Económico.

PRICE, D.J.S. (1980): "Ciencia y tecnología: Distinciones e interrelaciones", en Barnes, B. (ed.): *Estudios sobre sociología de la ciencia*, Madrid, Editorial Alianza Universidad.

QUINTERO, C. (2010): "Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad: perspectivas educativas para Colombia", *Revista del Instituto de Estudios en Educación-Universidad del Norte*, pp. 222-239.

RATCHFORD, T y BLANPIED, W. (2008): "Paths to the future for science and technology in China, India and the United States", *Technology and Society*, vol. 7, no 1, pp. 211-233.

RILEY, R y LOVE, L. (2000): "The state of qualitative tourism research", *Annals of Tourism Research*, vol. 27, no 1, pp. 164-187.

SÁBATO, J. A. y BOTANA, N. (1968): "Science and Technology in the Future Development of Latin América", *The World Order Models Conference*, Bellagio, Italia.

SALOMON, J. (1993): *Teaching science, technology and society. Developing science and technology series*, Philadelphia, Open University.

SANTOS, M. (2002): "Relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad", *Enseñanza de la Ciencias desde la perspectiva de CTS*, Madrid, Narcea.

SKOLIMOWSKI, H. (1966): "The structure of thinking in technology", *Technology and Culture*, vol. 7, no 3, pp. 371-383.

TARAZANA, L. (2003): "Tecnociencia, sociedad y valores". *Ingeniería y Desarrollo*, vol. 14, 38-59.

VASEN, F. (2011): "Los sentidos de la relevancia en la política científica". *Revista Ciencia Tecnología y Sociedad*, vol. 7, n o19, pp.11-46.

WINNER, L. (2008): *La Ballena y el Reactor*, Madrid, Gedisa.