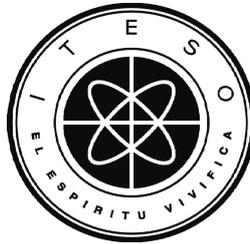


**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE**

*Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de Nivel Superior según Acuerdo Secretarial 15018,
publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 1976*

**DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS SOCIOCULTURALES
MAESTRÍA EN COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA Y LA CULTURA**



**El papel de la red sociotécnica en la legitimación del conocimiento
científico y su reducción a aplicaciones tecnológicas.**

Tesis que para obtener el grado de
Maestro en Comunicación de la Ciencia y la Cultura

Presenta

Daniel Gibrán Mendoza Vázquez

Director de tesis

Carlos Vidales Gonzáles

Tlaquepaque, Jalisco, 29 de Noviembre 2013

Índice

	Pág.
Introducción.....	5
Capítulo I. La evolución de las relaciones y asociaciones entre universidad-industria-gobierno en los procesos de producción del conocimiento científico. Nuevas problemáticas a nuevos modelos.....	8
1.1. La relación entre la industria, las universidades y el Estado en la legitimación del conocimiento científico: la red sociotécnica como objeto de investigación.....	9
1.2. La relación del Estado, Universidad e Industria en México.....	20
1.3. El problema de la reducción tecnológica en los procesos de legitimación del conocimiento científico.....	25
1.4. Entre la sociología y el paradigma de redes en el estudio de la producción y legitimación del conocimiento científico.....	33
Capítulo II. Ensamblado la ciencia en el siglo XXI: un acercamiento a la Teoría del Actor Red como propuesta teórica de análisis.....	50
2.1. Repensando lo social en los estudios sociológicos de la ciencia.....	50
2.2. La radicalización del principio de simetría: causas y consecuencias.....	54
2.3. Un mapa muy dinámico: movilizaciones y formaciones de grupo en la Teoría del Actor Red.....	60
Capítulo III. Una perspectiva metodológica a partir de la Teoría del Actor Red: conceptos, categorías y observables de investigación.....	73
3.1. Principios fundamentales de investigación: conceptos, categorías y observables.....	74
3.2. El Fondo de Cooperación Internacional para el fomento de la Investigación Científica y Tecnológica como caso de estudio.....	78
3.3. Elementos de un sistema sociotécnica de producción: los observables de investigación.....	83
3.4. Estrategias para la detección de transformaciones en redes sociotécnicas.....	85
3.4.1. La entrevista como herramienta de investigación.....	86
3.4.2. Un mapeo sociotécnico: movimientos y desplazamientos en los procesos de producción del conocimiento científico.....	91
Capítulo IV. Representación de una red sociotécnica. El caso del “Consorcio Europa-México para el desarrollo de aplicaciones en Información cuántica y tecnologías de comunicación”.....	92
4.1 El proceso de ensamblado del actor mundo	93
4.2 La unión hace la fuerza: establecimiento de actores y definición de roles ...	97

4.3 El papel de las universidades y centros de investigación durante la formación y transformación de la red sociotécnica.....	100
4.3.1 El establecimiento de alianzas académicas en la red sociotécnica.....	101
4.3.2. Cómo agua y aceite: vinculación entre el sector académico y empresarial	103
4.4 Mapas de relaciones y asociaciones dentro de la red sociotécnica.....	106
4.5. El sistema circulatorio de la red sociotécnica. Formaciones y transformaciones que legitiman el conocimiento científico.	110
4.6. El nacimiento de nuevos flujos y asociaciones dentro de la red sociotécnica	116
4.7 El papel de la red sociotécnica en la legitimación del conocimiento científico	126
Conclusiones	129
Anexo 1	136
Bibliografía	143

Índice de figuras

Figura 1. Antiguo modelo referente a la gestión del conocimiento.....	16
Figura 2. El modelo de la Triple Hélice.....	20
Figura 3. Parques tecnológicos en México.....	21
Figura 4. Fuentes de la legitimación.....	31
Figura 5. Niveles de entrecruzamiento de lo social y lo técnico.....	44
Figura 6. Modelo de LAM.....	46
Figura 7. Principio de simetría generalizado.....	55
Figura 8. Vector cartesiano.....	62
Figura 9. Elementos necesarios para rastrear o detectar la formación de grupos.....	63
Figura 10. Movilizaciones dentro de la formación de un grupo.....	64
Figura 11. Primer significado de mediación: traducción.....	66
Figura 12. Segundo significado de mediación: composición.....	66
Figura 13. Tercer significado de la mediación: reversibilidad de cajanegrización.....	67
Figura 14. Cuarto significado de la mediación: delegación.....	68
Figura 15. Sistema circulatorio de los hechos científicos.....	70
Figura 16. Los conceptos centrales de la investigación.....	75
Figura 17. La relación entre los conceptos y las categorías de análisis.....	76
Figura 18. La formación de enrolamiento como categoría analítica.....	77
Figura 19. La relación entre las categorías y los conceptos de análisis.....	77

Figura 20. Distribución del presupuesto de 20 millones de Euros.....	81
Figura 21. Distribución de los 15 millones 800 mil Euros.....	82
Figura 22. Síntesis de los conceptos, categorías y observables.....	85
Figura 23. El posicionamiento del estado.....	98
Figura 24. Consorcio Europa-México.....	105
Figura 25. Relaciones entre Universidades y artículos académicos.....	108
Figura 26. Relaciones entre investigadores y bases de datos científicas.....	109
Figura 27. 1er Flujo: Movilización del mundo.....	111
Figura 28. 2do Flujo : Autonomización.....	112
Figura 29. 3er Flujo: Alianzas.....	113
Figura 30. 4º Flujo: Representación Pública.....	114
Figura 31. 5º Flujo: Nudos y Vínculos.....	114
Figura 32. El sistema circulatorio de la red sociotécnica.....	115
Figura 33. Primer esquema de relaciones: previa intervención del estado y de programas de acción.....	118
Figura 34. Primer esquema de relaciones: después de la intervención del estado y de programas de acción.....	118
Figura 35. El FONCICYT como enrolador.....	119
Figura 36. Desplazamiento de entidades educativas y empresariales cómo beneficiarios del FONCICYT.....	120
Figura 37. Formación de grupos FONCICYT.....	122
Figura 38. Formación del Dr. U´Ren como agente enrolador dentro de la red..	123
Figura 39. Diferentes subprogramas, una misma meta.....	123
Figura 40. Suma y combinación de subprogramas.....	124
Figura 41. Nuevos trazados de asociaciones.....	125

Índice de tablas

Tabla 1. Tipología de la legitimación.....	27
Tabla 2. Cuadro de documentos iniciales para el análisis.....	84

INTRODUCCIÓN

El progreso en las tecnologías de la información durante los últimos años ha generado no solo nuevas y diversas formas de procesamiento y de transmisión de información sino formas que rompen con los esquemas tradicionales de producción del conocimiento científico basados en esfuerzos aislados entre instituciones científicas o investigadores con el objetivo de lograr una mayor rapidez de la evolución tecnológica. En la actualidad la tecnología tiende a un mejor desempeño y una miniaturización de sus componentes que establece que la rapidez de la evolución tecnológica logra que la potencia de una computadora se duplique aproximadamente cada 18 meses, permitiendo alcanzar en un momento dado los límites físicos del procesamiento clásico de la información. Estos elementos han generado un entorno cada vez más vinculado a la ciencia y la tecnología donde los procesos sociales de producción transitan hacia modelos de integración cada vez más dinámicos y heterogéneos. El caso de los procesos de producción del conocimiento científico no ajenos a esta dinámica transitan de la misma manera hacia un modelo de integración entre instituciones educativas, gubernamentales y empresariales formando una red de actores, sujetos, documentos y entidades que es nombrada en esta investigación como red sociotécnica. La red nos servirá como una herramienta que nos ayude no solo a describir el conjunto de relaciones, movimientos y prácticas relacionadas a los procesos de producción del conocimiento científico sino también a entender como estas relaciones se configuran para lograr legitimar el conocimiento científico en base a su aplicabilidad técnica. Particularmente este proyecto de investigación, dentro del marco de la Maestría en Comunicación de la Ciencia y la Cultura, toma como ejes centrales de la red los procesos de reflexividad y comunicación surgidos en la formación y transformación de estas relaciones y asociaciones que dan forma específica a los procesos de producción del conocimiento dentro del Proyecto “Consorcio Europa-México para el desarrollo de aplicaciones en Información cuántica y tecnologías de comunicación”. Lograr entender que lo social es capaz de detectarse a través de la diversidad de movimientos que emergen de asociaciones, negociaciones y traducciones durante la formación y transformación de la red

sociotécnica permite describir el papel de cada uno de los vínculos o entidades que forman parte de la red sociotécnica donde la reflexividad y los procesos de comunicación formados individualmente o durante la formación de grupos son capaces de generar nuevos mecanismos en perspectivas conceptuales, tal es el caso de la legitimación del conocimiento científico a partir de la dimensión técnica de su aplicabilidad.

El primer Capítulo de esta investigación desarrolla una profunda revisión alrededor de la evolución de las relaciones y asociaciones entre universidad, industria y gobierno en los procesos de producción del conocimiento científico. Desde el “cuerpo de la ciencia” de Merton o el “campo científico” de Bourdieu hasta estudios más recientes de gestión del conocimiento se realiza una revisión del cuerpo de conocimientos generado dentro de la sociología de la ciencia alrededor de las dinámicas del mundo científico logrando problematizar su papel en la reducción de la legitimación del conocimiento científico a partir de su aplicabilidad técnica. Este desarrollo permite presentar finalmente la pregunta de investigación que rige el presente proyecto de investigación así como sus objetivos e hipótesis de trabajo.

Nuevos esquemas y nuevos modelos de integración dentro de los procesos de producción del conocimiento científico requieren nuevas formas de visualización y de acercamiento al objeto de estudio. Ante esto, el Capítulo 2 posiciona al conjunto de ideas y formas que engloban los estudios desarrollados por Bruno Latour, Michel Callon y John Law como marco teórico de esta investigación. La Teoría del Actor Red permite enfocar esta investigación en las relaciones y asociaciones que dan forma a la legitimación del conocimiento científico. A partir del seguimiento y el rastreo de estas asociaciones en el análisis del mundo científico y tecnológico seremos capaces de profundizar en los modos en que circula, no solo la ciencia sino también sus procesos de producción.

La presentación de la Teoría del Actor red nos permitirá explorar durante el Capítulo 3 los conceptos principales que rigen el trabajo de investigación y alrededor de los cuales se desarrollaron las categorías y los observables que dieron forma a la metodología presentada con el objetivo de analizar el papel de la red sociotécnica en los procesos de producción del conocimiento, particularmente en el de su legitimación. Finalmente, el Capítulo 4 logrará mostrar los resultados del acercamiento empírico al objeto de estudio seleccionado. La Teoría del Actor Red nos permite presentar la

dinámica en que los elementos de la red se entremezclan para así lograr desempeñar un papel fundamental en los procesos de construcción del conocimiento científico. El establecimiento de actores y la definición de roles nos proporciona herramientas para generar cartografías de las relaciones y asociaciones que dan forma a la red. La estructura establecida nos permite presentar las cinco movilizaciones centrales desde las cuales se (trans)forma la red sociotécnica y desde donde se configuran nuevas mediaciones, traducciones y desplazamientos que se vuelven vitales en el posicionamiento de los actores y por lo tanto en la manera de producir, medir y comunicar un conocimiento.

Capítulo I. La evolución de las relaciones y asociaciones entre universidad, industria y gobierno en los procesos de producción del conocimiento científico. Nuevas problemáticas a nuevos modelos.

La tecnología forma parte de un tejido sin costuras de la sociedad, la política y la economía. Por ello, el desarrollo de un artefacto tecnológico no es simplemente un logro técnico; inmerso en él se encuentran las consideraciones sociales, políticas y económicas.

(Pinch, 1997:26)

Nuevas formaciones, nuevas relaciones y nuevas asociaciones recorren día a día los procesos de producción del conocimiento científico. Estos escenarios nos invitan a estudiar las relaciones entre cada uno de los elementos participes en la producción del conocimiento, particularmente el de su legitimación. La industria, las universidades y el estado han configurado y transformado a partir de estas relaciones las políticas de desarrollo, de producción e inclusive de legitimación del conocimiento científico. El papel de cada uno de los actores ha evolucionado junto a los modelos de asociación entre universidad-industria-gobierno. El presente capítulo hace una revisión inicial sobre las relaciones y formaciones detectadas por Merton y Bourdieu alrededor de los primeros estudios sociológicos de la ciencia para posteriormente revisar nuevas propuestas teóricas alrededor de los procesos de construcción del conocimiento científico como el Modelo de la Triple Hélice. Adicionalmente, dentro del contexto dinámico de los procesos de producción de conocimiento se problematiza el papel de la industria, la universidad y el estado en la reducción de la legitimación del conocimiento científico a partir de su aplicabilidad técnica a través de la presentación de los antecedentes y el contexto de la problemática detectada para presentar finalmente la pregunta de investigación que rige el presente proyecto de investigación así como sus objetivos e hipótesis de trabajo.

1.1. La relación entre la industria, las universidades y el Estado en la legitimación del conocimiento científico: la red sociotécnica como objeto de investigación

En pleno inicio del siglo XXI donde pareciera que todo se transforma y se vuelve cada vez más dinámico, los procesos sociales de producción de conocimiento científico no son ajenos a este dinamismo y reconfiguración puesto que transitan hacia modelos de integración entre una gran cantidad de diversos actores y entidades que anteriormente se situaban más pasivos o ajenos al mapa de producción. Concretamente, la producción del conocimiento científico en la sociedad contemporánea ha transitado hacia un modelo de integración entre las instituciones educativas, gubernamentales y empresariales que ha transformado el conjunto de relaciones y prácticas relacionadas a sus procesos de producción. Este conocimiento puede ser entendido como “el resultado de una pluralidad de acciones epistémicas tales como medir, calcular, operar, conjeturar, publicar, editar, difundir, enseñar y aprender” (Echeverría, 2009, p.26). Cada una de estas acciones, dentro de la ciencia contemporánea, es llevada a cabo por diversos actores y cada uno de ellos desarrolla un papel determinante dentro de la construcción del conocimiento

Aun con la dificultad que pudiera presentarse a quienes hemos sido educados dentro de una cultura donde se le cede a la ciencia un papel tan dominante y elevado, desde una visión general “es evidente que la ciencia no es inmune al ataque o las restricciones sociales” (Robert. K. Merton, 1977, p. 577) y se encuentra sujeta a variadas fortunas como cualquier otra actividad que involucra la colaboración social. El cuerpo de la ciencia, así llamado por Robert Merton, se ha convertido en “un cuerpo de conocimientos socialmente compartido y convalidado” (Robert. K. Merton, 1977, p. 577), no solo por científicos individuales, sino también por grupos de investigación, instituciones, comunidades científicas y representantes de la sociedad; así como por lo que ocurre en distintos ámbitos al parecer ajenos a él como la política o la economía.

Ya en 1942 Merton¹ encontró en sus estudios referentes a la sociología de la ciencia que son justo estos grupos, instituciones y comunidades, en general, las que han producido una tensión entre la búsqueda del conocimiento certificado y su

¹ Robert Merton ha sido distinguido por diversos autores como el principal exponente de la versión clásica de los estudios sociológicos de la ciencia (González & Navarro, 1988).

aplicabilidad en tecnologías que sean capaces de transformar las condiciones materiales con las que nos encontramos día a día. Estas tensiones, encontró Merton, obligaron al cuerpo de la ciencia a reexaminar no solo sus principios sino también sus objetivos y sus justificaciones empezando a tomar conciencia de sí mismos como elementos que forman parte de la sociedad y que tienen obligaciones e intereses. De acuerdo con Merton (1977),

Así, han recorrido todo el círculo que los ha llevado de vuelta al punto de partida de la ciencia en el mundo moderno. Hace tres siglos, cuando la institución de la ciencia poseía escasos títulos propios para reclamar apoyo social, también los filósofos de la naturaleza tuvieron que justificar la ciencia como un medio para lograr los fines culturalmente convalidados de la utilidad económica y la glorificación de Dios. La actividad científica, pues, no era un valor evidente por sí mismo. Pero con la interminable serie de éxitos, lo instrumental se transformó en lo final, el medio en el objetivo. Así fortalecido, el científico llegó a considerarse independiente de la sociedad, y a la ciencia como una empresa que se validaba a sí misma, que estaba en la sociedad pero que no le pertenecía (p. 355-368).

Desde esta perspectiva, Merton (1977) revisa la percepción que se ve en la tecnología como incidencia de la ciencia, especialmente en el sistema económico, y por ende, su interferencia en el orden de otras instituciones sociales como la política. Con estos estudios Merton inaugura o le da forma a la sociología de la ciencia como una disciplina académica, que tiene como uno de sus centros el estudio del proceso de institucionalización de la ciencia². En estos trabajos iniciales, Merton (1977) comienza a distinguir que las estructuras regidas por la ciencia se basan en jerarquías y en poder que definen roles específicos de acción sobre las posiciones estratificadas dentro de las instituciones. A su vez, este poder es capaz de gobernar un sistema de difusión y de información que permite o restringe la acción de los actores. De esta manera, los científicos buscan la solución de problemas que no sean ajenos a la utilidad de la ciencia, especialmente cuando son cooptados por quienes financian la

² "Ciencia" es un palabra engañosamente amplia que se refiere a una variedad de cosas distintas, aunque relacionadas entre sí. Comúnmente, se la usa para denotar: un conjunto de métodos característicos mediante los cuales se certifica el conocimiento; un acervo de conocimiento acumulado que surge de la aplicación de estos métodos; un conjunto de valores y normas culturales que gobiernan las actividades científicas; cualquier combinación de los elementos anteriores (Robert. K. Merton, 1977, p. 577).

investigación en una interacción de instituciones que permiten o restringen la autonomía de la investigación. Las motivaciones sociales, la reafirmación de identidades y las necesidades también forman parte de la selección de estructuras. Merton (1977), adscrito a las corrientes de pensamiento constructivistas junto con las corrientes neopositivistas, mantenía una distinción entre el conocimiento científico y el resto de los conocimientos, y basaba sus argumentos en el carácter social de la ciencia y su autonomía respecto a las influencias directas de la sociedad. Este carácter social podía ser visto por Merton (1977) en sus mecanismos de producción, entendidos como un producto de colaboración que son “asignados” o “heredados” a la comunidad científica.

Constituyen una herencia común en la cual el derecho del productor individual es severamente limitado. Una ley o teoría que lleva el nombre de un científico no entra en la posesión exclusiva del descubridor y sus herederos, ni las normas les otorgan derechos especiales de uso y disposición [...]. El derecho del científico a "su" propiedad intelectual queda limitado al reconocimiento y la estima (Merton, 1977, p. 356).

Estos estudios sociológicos de la ciencia se centraron en los procesos de descubrimiento e invención del conocimiento estableciendo una separación entre los procesos de descubrimiento y los procesos de justificación del conocimiento, debido principalmente a la naturaleza epistémica de los segundos. La validez o aceptación del conocimiento, de acuerdo a Merton (1977), no se encontraba afectado por sus mecanismos de producción o por su organización. Como resultado, sus observaciones se centraban en las actividades de los científicos, sus redes de influencia, su organización, etc., pero no en el contenido de la ciencia, alejándose de la evolución y el cambio científico debido a que estos aspectos los encontraban ajenos al análisis sociológico.

Años más tarde, Pierre Bourdieu (1990b) propone un estado determinado de la estructura y del funcionamiento de la ciencia y lo define como “campo científico”³.

³ Los campos se presentan para la aprehensión sincrónica como espacios estructurados de posiciones (o de puestos) cuyas propiedades dependen de su posición en dichos espacios y pueden analizarse en forma independiente de las características de sus ocupantes (en parte determinados por ellas). Existen leyes generales de los campos: campos tan diferentes como el de la política, el de la filosofía o el de la religión tienen leyes de funcionamiento invariantes [...] Un campo – podría tratarse del campo científico – se define, entre otras formas, definiendo aquello que está en juego y los intereses

Bourdieu toma como punto de partida el postulado de que la verdad científica del producto reside en sus particulares condiciones sociales de producción. En su repaso logrado por los trabajos sociológicos de la ciencia, Bourdieu le da su merito a Merton por haber establecido que el mundo de la ciencia pudiese ser analizado desde el punto de vista sociológico, aunque mantiene sus diferencias con sus estudios al argumentar que, “[...] si Merton toma nota de la existencia de un mundo de producción científica, continúa aplicando categorías analíticas que le son impuestas por ese mismo mundo, de modo que lo que presenta como una descripción de sus leyes positivas de funcionamiento es a menudo, poco más que un registro de las reglas normativas que son oficialmente profesadas por sus miembros” (Bourdieu, 1990b).

Desde este punto de vista, el universo puro de la ciencia es un campo social como cualquier otro (Bourdieu, 1994), dentro del que se encuentra la autoridad científica, que es definida y entendida como capacidad técnica y como poder social, mientras que el campo científico constituido por relaciones de fuerza, luchas de intereses y de una serie de tensiones entre los distintos actores del campo, es el lugar donde se desafía esta autoridad. Bourdieu (1994) afirma que toda práctica dentro de este campo se orienta hacia la adquisición de autoridad científica, así, la tendencia de los investigadores a concentrarse en problemas considerados como más importantes se explica por el hecho de que un aporte o un descubrimiento relativo a estas cuestiones aporta un beneficio simbólico más importante.

De esta manera, el uso de las aplicaciones tecnológicas y su relación con la investigación científica empezó a tomar mayor interés dentro de los diálogos de los estudios de la sociología de la ciencia particularmente de dos maneras. El primero de ellos considera la investigación científica y sus gastos como un consumo, aun cuando la tecnología puede verse beneficiada de la ciencia; el segundo de ellos considera la investigación como una inversión demostrando “la existencia de una relación sistemática entre el crecimiento científico y tecnológico” (David, 1972, p.178).

J. David (1980) basó sus estudios en la comprensión de estas relaciones y las

específicos, que son irreductibles a lo que se encuentra en juego en otros campos o a sus intereses propios (no será posible atraer a un filósofo con lo que es motivo de disputa entre geógrafos) y que no percibirá alguien que no haya sido construido para entrar en ese campo (cada categoría de intereses implica indiferencia hacia otros intereses, otras inversiones, que serán percibidos como absurdos, irracionales o sublimes y desinteresados). Para que funcione un campo, es necesario que haya algo en juego y gente dispuesta a jugar, que esté dotada de los habitus que implican el conocimiento y reconocimiento de las leyes inmanentes al juego, de lo que está en juego, etc. (Bourdieu, 1990a, pp. 119-126).

determinaciones existentes por la actividad empresarial y las condiciones en las que se desenvuelve. Con esto pretendió fundamentar la importancia de la investigación en relación a su lugar y su tiempo de producción (existen tecnologías derivadas de investigaciones científicas cuyo lugar de origen no es el mismo de donde son desarrolladas), intentando responder si es directamente proporcional el aumento de aplicaciones de la ciencia al aumento de motivaciones y oportunidades en el campo científico. La gran mayoría de los científicos investigados por David en los años sesenta y setenta demostraron tener un mayor interés por investigar en paradigmas actuales que aquellos con usos prácticos, es decir, han tenido una mayor preocupación por solucionar problemas abstractos que prácticos. “Se preocupan por la solución de problemas lógicos, y su escala de prioridades es y tiene que ser (para que sea una ciencia valiosa) determinada por las cualidades intelectuales intrínsecas del problema, y no por su utilidad práctica” (David, 1972). Caso contrario los tecnólogos para quienes la eficiencia práctica va por encima de la lógica; mezclándose y tomando puestos que anteriormente los empresarios obtenían.

Esta separación de la comunidad científica de la tecnológica y empresarial explica la ausencia de lazos directos entre la investigación fundamental y la aplicada en los años posteriores, principalmente los años ochenta. Esta separación puede ser entendida desde el seno de la comunidad científica donde el círculo de los primeros consumidores de un conocimiento generado por una investigación es muy limitado. De acuerdo a Price (1963), la comunidad científica de cualquier campo no es mayor a unos cuantos cientos de investigadores especialistas y activos en un momento dado, y a su vez, éstos se encuentran subdivididos en pequeñas comunidades que muestran la ausencia de lazos no solo entre la investigación fundamental y aplicada, sino también dentro de la comunidad científica. De esta manera, la relación entre la investigación fundamental y la aplicada empezó a ser concebida “como el resultado de interacciones al azar entre descubrimientos fundamentales, de un lado, y los intereses prácticos del otro” (David, 1972, p.183), empezando a justificarse más la investigación por su valor potencial en el logro del bienestar humano que por el valor del conocimiento en sí mismo.

En estas nuevas condiciones, preocupaciones y modelos, las universidades han tenido un papel esencial en el desarrollo económico desde hace mucho tiempo, mediante capacitación, entrenamiento y especialmente una esencial investigación

básica. Así, durante las últimas dos décadas, la investigación académica en un mayor número de países, principalmente aquellos países “industrializados”, se ha convertido en una empresa en busca de ganancias. A medida que la investigación académica toma nuevos roles en los procesos de innovación, sus procesos de educación y formación también se ven transformados y expandidos hacia el sector económico mejorando de cierta manera su relación con la industria y el gobierno, con el costo de ver reducida en ciertos aspectos su autonomía académica.

Etzkowitz (2008) encuentra que en el año 2000 fueron creadas por lo menos 300 nuevas compañías en base a invenciones que tuvieron lugar en universidades estadounidenses, por lo que la ciencia académica con tendencia a las ganancias se ha convertido en un proceso cada vez más asistido, contando con el soporte de oficinas universitarias de transferencia de tecnologías, de centros empresariales y de facilidades de incubación. En Iberoamérica, la Organización de Estados Americanos (OEA), en su división de ciencia y tecnología a través de la Declaración de Cartagena, del 29 de marzo de 1996, opta por una serie de políticas que “*promueven la formación de los recursos humanos, el desarrollo de una mayor capacidad de investigación en las áreas de interés nacional y el fortalecimiento de los sistemas de innovación*”. Dos programas formados a partir de esta declaración son: el Programa Mercado Común del Conocimiento Científico y Tecnológico⁴ (MERCOCYT) que tiene como tarea facilitar que las universidades, institutos y centros de investigación contribuyan a la generación y transferencia de tecnología empleada por las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES). Por otro lado, el Programa Bolívar desarrollado entre instituciones de América Latina y el Caribe fomenta la cooperación para crear unidades estratégicas entre empresas innovadoras, universidades y centros de I+D en el hemisferio. A su vez el Banco Interamericano de desarrollo (BID) financia préstamos, donaciones e inversiones que apoyan proyectos de desarrollo en América Latina y el Caribe. El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO) desde el 2004 ha apoyado tan solo en el área tecnológica la incubación más

⁴ Estados miembro del MERCOCYT: Antigua y Barbuda, Argentina, Bahamas, Barbados, Belice, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Dominica, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos, Grenada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, St. Kitts y Nevis, Suriname, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

de 40 empresas⁵. Gracias a estas nuevas relaciones establecidas, las actividades académicas y empresariales ocurren cada vez con mayor frecuencia a lo largo de una constante y parece que no puede haber retorno.

Dentro de las universidades a “los departamentos académicos, profesores y demás personal técnico se les ha asignado la responsabilidad especial para evaluar la relevancia comercial de los resultados de investigación y fomentar la interacción con los socios externos” (Etzkowitz, 2008, p. 3). Esto apunta a que algunas universidades están aparentemente balanceando su papel académico y comercial entre el descubrimiento del conocimiento y la comercialización de los hallazgos de la investigación. La aparición de “las redes entre las universidades, la enseñanza a distancia y la incubación, presagia una tri-evolución donde al asumirse estos nuevos roles y relaciones por parte la universidad se convierte en un actor más importante en la sociedad” (Etzkowitz, 2008, p. 2).

Sin embargo, una vez que la investigación es definida como un bien mercable y tratada como propiedad intelectual (paradigma empresarial), las formas tradicionales de diseminación, como la publicación en revistas académicas y la presentación en conferencias, siguen, aunque se aplica un nuevo conjunto de condiciones que inclusive llegan a retrasar con un "limitado sigilo" las publicaciones (Etzkowitz, 2008). Pero no solo los roles de las universidades se encuentran en esta constante transformación, también la industria y el gobierno ven cómo sus relaciones y roles se modifican principalmente en el desarrollo de intermediarios cuya finalidad se centra en lograr colaboraciones entre las compañías o instituciones y la universidad. A esta nueva modalidad de empresas Etzkowitz (2008) las nombra como cuasi-universidades. Estas dinámicas han podido visualizarse de acuerdo a Etzkowitz (2008) inclusive desde diferentes puntos de partida en países con diferentes configuraciones y prácticas institucionales.

Cada uno de los distintos acercamientos presentados en este capítulo nos proporciona pistas de cómo el cuerpo de la ciencia, como lo llamó Merton, ha generado nuevas relaciones alrededor del conocimiento científico. El cuerpo de la ciencia se ha mantenido pero sus relaciones y asociaciones se han modificado. Más adelante profundizaré en este aspecto. El siguiente esquema nos muestra la configuración del antiguo modelo referente a la gestión del conocimiento. Se puede

⁵ Fuente: <http://incubadoras.iteso.mx/proginnt/>

observar una importante separación entre la comunidad científica académica de la comunidad empresarial explicando la ausencia de lazos directos entre los actores del modelo.

Figura 1. Antiguo modelo referente a la gestión del conocimiento



Fuente: (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000a, p. 111)

Esta nueva asociación de empresa-universidad es abordada por Henry Etzkowitz (2008) quien intenta explicar este nuevo proceso de evolución que han tenido las universidades dentro de la interacción universidad – industria – gobierno en el Siglo XXI. Conforme las universidades van tomando un nuevo rol en la promoción de la innovación, afirma Etzkowitz (2008), su papel en la educación y en la investigación también se va transformando, mientras que su relación con la industria y el gobierno se acrecienta. La universidad, como ya se comentó anteriormente, toma ahora un rol industrial y la industria un rol universitario al desarrollar capacitación e investigación. La evolución de la universidad tradicional a la universidad empresarial es identificada en dos puntos de acuerdo a Etzkowitz (2008): a) dentro de sus misiones tradicionales como la educación y la investigación se agrega ahora el rol económico y social y, b) se pasa de una misión individual a una organizacional y de educar estudiantes a organizar firmas. Por lo que el rol de las universidades en la sociedad creció y una dinámica interna se desarrolló dentro de ellas.

Con la adición del gobierno al modelo universidad – industria se define este nuevo modelo como el modelo de la Triple Hélice (Etzkowitz, 2008). El nacimiento de nuevos modelos de investigación e innovación plantean que ya no existe un “único punto de partida de la investigación, y un punto final de la economía, por una parte, o un punto de partida de la política del gobierno central dirigiendo a la academia y la industria” (Etzkowitz, 2008). Este modelo elimina el tradicional modelo lineal de producción del conocimiento científico y permite que los procesos de producción del conocimiento puedan iniciarse desde los resultados de la ciencia o desde las necesidades de la misma sociedad, obligando que ambas partes, instituciones educativas e instituciones en la sociedad, estrechen sus trabajos de colaboración durante los procesos de producción del conocimiento teniendo como resultado mejores y más veloces programas de innovación.

Por otro lado, los programas gubernamentales empiezan a desarrollar un papel esencial, “no sólo desde el nivel nacional de arriba hacia abajo, sino también de lo regional y lo local de abajo hacia arriba” (Etzkowitz, 2008). Cuando estas políticas son establecidas y cuando las empresas industriales han aceptado la aplicación del conocimiento producido desde este modelo no lineal, las mejoras en los procesos de producción o el desarrollo de nuevas empresas se vuelven, de acuerdo a Etzkowitz, más dinámicos y con un resultado mucho más fructífero, aunque el precio a pagar sea el que la mirada o el eje de la producción del conocimiento sea dirigida hacia nuevos fines. Históricamente se puede detectar cómo desde finales de los años ochenta se ha impulsado una importante presencia de la innovación en los discursos políticos sobre ciencia y tecnología. A la Industria y el Desarrollo se le añadió la “i” de investigación, y los fondos para ciencia y tecnología, comenzaron a repartirse tomando en cuenta los resultados (especialmente en términos de rendimientos comerciales) de las investigaciones realizadas con fondos públicos (González,(2009).

Sin embargo, este modelo no es el único que ha intentado describir los sistemas dentro del proceso de innovación⁶, sino que existen otras propuestas como el caso del Modo 2 (Gibbons, 1997), la propuesta de la ciencia postnormal, (Ravetz, 1971) o la propuesta de la ciencia posacadémica (Ziman, 2002). El modo 2 de Gibbons presupone un proceso de producción con la existencia de diferentes

⁶ “Las distintas metáforas en el estudio de los sistemas de innovación basados en el conocimiento pueden ser consideradas como apreciaciones teóricas de una dinámica compleja desde diferentes perspectivas y con objetivos potencialmente diferentes” (Leydersdorff, 2005, p. 1).

mecanismos de generación de conocimiento y de comunicación de éste, un involucramiento de una cantidad mayor de actores procedentes de diferentes disciplinas y con historiales distintos, pero, “por encima de todo, lugares diferentes donde se produce el conocimiento” (Gibbons, 1997 p.2). El modelo de Gibbons basa su funcionamiento o explicación en dos características esenciales: la primera de ellas se refiere a la producción del conocimiento transdisciplinar⁷ y la segunda a la denominada distribución social, concepto entendido como el proceso en el que las personas interactúan socialmente en los procesos de difusión del conocimiento. Estas características combinan por un lado la forma de organización dentro del ambiente académico y dentro de la empresas, “la estrategia empresarial aplicada a la organización de su dimensión tecnológica específica adquiere mucha mayor importancia en la elección de la configuración de su diseño” (Gibbons, 1997 p.2). Esto nos da como resultado una evolución en los procesos de producción del conocimiento teniendo como consecuencia mayores mecanismos no solo de control de calidad sino también de criterios sobre las dimensiones cognitivas-organizativas:

Incluye criterios adicionales a los tradicionales de excelencia científica, tales como eficiencia o utilidad, definidos en términos de las contribuciones que ha aportado el trabajo a la solución general de problemas transdisciplinares. En otras palabras, habrá que tener en cuenta el ambiente de la investigación, ya estructurado por la aplicación o uso, dejando espacio para criterios múltiples, no sólo en general, sino también en relación con expectativas y resultados específicos (Gibbons, 1997 p.2).

Por otro lado, el modelo de Ravetz (1971) y su ciencia postnormal sitúa una ciencia donde los valores predominan sobre los hechos, sin que quepa además una separación entre ellos, “una ciencia que no puede ser entendida como un proceso de resolución de rompecabezas” (p. 50). La ciencia postnormal sería el momento o situación en la que se encuentra la investigación científica cuando se enfrenta “a situaciones que implican una incertidumbre profunda, una realidad ambigua y unos

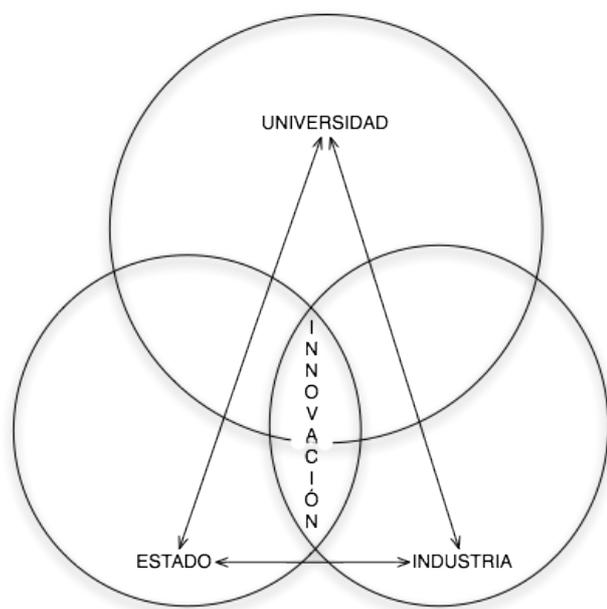
⁷ “En la producción del conocimiento transdisciplinar, la agenda intelectual no se halla situada dentro de una disciplina concreta, ni se fija simplemente por yuxtaposición de intereses profesionales de especialistas concretos, de una manera desconectada, dejando para otros la tarea de la integración en una fase posterior. La integración no viene dada por las estructuras disciplinares (en tal sentido, el proceso del conocimiento no es interdisciplinar sino que más bien atraviesa las disciplinas), sino que se concibe y se aporta desde el principio en el contexto de uso, o bien se especifica antes la aplicación en un sentido amplio” (Gibbons, 1997, p. 7).

criterios confusos de calidad” (Funtowicz y Ravetz, 2000 p. 95). Estos elementos obligan a la ciencia a abandonar su estado único como voz legítima de los debates, permitiendo la inclusión de perspectivas ajenas, en la producción del conocimiento, afectando de cierta manera los objetivos iniciales de la ciencia y su búsqueda por la “verdad”. Finalmente, el modelo de Ziman (2002) toma forma justo en el momento en que la investigación científica se convierte en un proceso más elaborado y por lo tanto con mayores costos resultando de esta manera más dependiente de los fondos públicos y de las corporaciones. Los organismos que empiezan a tomar forma, control y ponen mucho mayor énfasis en su capacidad instrumentales, lo que da como resultado modos de producción “post-académicos, dominados por criterios esencialmente tecnocráticos” (Ziman, 2002 p. 187) donde las normas y convenciones que se tejen alrededor de estos procesos se configuran, como veremos más adelante, por intereses principalmente técnicos y económicos.

A diferencia de estos tres modelos que he mencionado, el modelo de la triple hélice toma como elementos a la *reflexividad* y la *comunicación* –elementos que más adelante retomaremos como conceptos fundamentales en la presente investigación desde una visión externa a la teoría de la triple hélice– entre actores e instituciones de las tres palas de la hélice, pues asume que la innovación surge de las interacciones mutuas entre ellas (Leydesdorff & Meyer, 2006). Actualmente, la gran mayoría de las investigaciones son planteadas desde una perspectiva de necesidades de cooperación entre las empresas con el propósito de desarrollar nuevos productos como estrategias que ayuden a fortalecer y generar nuevas tecnologías.

La diversificación, los nuevos conocimientos, el desarrollo, la investigación e innovación en las empresas junto con la noción de una universidad emprendedora, son todas nociones que se han desarrollado con mucho más importancia, mientras que los lazos universidad/industria aumentan y pasan de ser casos aislados a construirse redes de asociación. El modelo de la triple hélice es definido como un proceso orientado a visualizar la evolución de las relaciones entre universidad, industria y gobierno, caracterizándose por la intervención de la universidad en los procesos económicos y sociales. Ante esto el siguiente esquema presenta las relaciones presentes entre el estado, la industria y el gobierno. Siendo en la intersección de estas donde toman forma los procesos de innovación.

Figura 2. El modelo de la Triple Hélice



Fuente: (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000a, p. 111)

Con lo mostrado hasta este punto es posible observar la evolución misma de los procesos de producción de conocimiento científico pero también las distintas posiciones que se han propuesto para comprender, estudiar y, en cierta medida, explicar dichos cambios, por lo que ahora nos centraremos en cómo es que todo esto se ha expresado en nuestro contexto local. Por lo tanto, las siguientes líneas se centran en la relación entre el estado, la universidad y la industria en el contexto mexicano.

1.2. La relación del Estado, Universidad e Industria en México

En México, la Secretaría de Economía⁸ se ha sumado al impulso, a través del fondo Pyme, del desarrollo de parques tecnológicos donde uno de sus objetivos principales se centra en establecer un flujo de comunicación entre Universidades y Centros de Investigación con las MIPYMES. Dentro de este impulso por parte de la Secretaría de Economía se define a los parques tecnológicos como entidades capaces de añadir el valor a las empresas, “mediante el impulso a emprendedores y la creación de negocios

⁸ Tomado de <http://www.economia.gob.mx/mexico-emprende/programas/125-parques-tecnologicos> el 8 de Febrero de 2013.

innovadores” diseñados para alentar la formación y el crecimiento de empresas, centros de investigación, universidades y proveedores de servicios, entre otros actores económicos; que hacen uso intensivo del conocimiento y la tecnología. Cifras del CONACYT y de la Secretaría de Economía dan cuenta que hasta el 2012 México tiene alrededor de 40 parques tecnológicos en toda la república⁹.

Figura 3. Parques tecnológicos en México



Fuente: Secretaría de Economía

Estas transformaciones en las políticas de desarrollo y crecimiento en el sector institucional también pueden verse en políticas dentro de las universidades que han apoyado una redefinición en el entrenamiento de investigación dándole mayor énfasis y relevancia a las prácticas fuera del sector universitario (industria). El papel del investigador ha evolucionado junto a los modelos de asociación entre universidad-industria-gobierno, por lo que gran parte de los estudios alrededor de estos segmentos se han basado en el proceso de la transmisión del conocimiento entre universidades-

⁹ Cifras tomadas de http://www.siiicyt.gob.mx/siiicyt/docs/Indicadores_Ficha/INDICADOR_17_PARQUES.pdf y http://amiti.org.mx/wpcontent/uploads/2011/10/2009_Parquestechnol%C3%B3gicos_EconomiaDigital.pdf

empresas y gobierno (desde una perspectiva a gran escala o institucional), y los cuales han arrojado destacados resultados acerca de la importancia de los diferentes tipos de canales vinculados durante esta transmisión.

Por un lado, las publicaciones académicas junto con las patentes universitarias parecen ser uno de los más importantes canales de transmisión. La importancia que le dan las empresas a las patentes se vuelve un incentivo por parte de las universidades para apropiarse por lo menos de una parte del valor desarrollado por sus innovaciones. La lista de “beneficios a toda la economía provenientes de una innovación dependen en un grado considerable en la medida en que el nuevo conocimiento asociado con él se convierte en disponible para otros” (Cohen, Goto, Nagata, Nelson, & Walsh, 2002). Al margen de cualquier impacto que pudiera tener estos canales de transmisión, se depende de las distintas políticas de patentes que se gestan en cada país. Por otro lado, las actividades colaborativas de investigación han comenzado a ser otra forma importante de la transmisión y gestión del conocimiento (Monjon & Waelbroeck, 2003). Estos flujos de información inducidos entre universidad – empresa derivan mayores beneficios a las empresas que logran situarse justo en la frontera del conocimiento académico y la industria.

En las últimas décadas ha quedado claro, como vimos en los distintos modelos presentados anteriormente, que los procesos de innovación y de producción de conocimiento se centran justo en el resultado de la interacción entre diversos agentes al grado en el que “la ciencia y la investigación académica son un factor esencial en el desarrollo de las innovaciones más importantes” (Monjon & Waelbroeck, 2003). Los resultados encontrados por Monjon y Waelbroeck (2003) apuntan hacia elementos donde el conocimiento producido dentro de las universidades se transmite a través de cooperaciones formales o informales, mediante publicaciones o debates realizados dentro de la comunidad científica en conferencias y congresos nacionales o internacionales. El hecho de que la colaboración entre las universidades y las empresas aumenten su rendimiento innovador sugiere una alta promoción las políticas económicas que promueven los flujos de conocimiento. Cada uno de estos flujos pueden ser entendidos en el sentido en el que la mayoría de las universidades se manejan con un sentido de cultura abierta de la ciencia (Monjon y Waelbroeck, 2003) donde distintas configuraciones de actores pueden acceder libremente a estos flujos de información.

Si bien todos estos modelos nacen como una crítica al modelo lineal de la innovación que separa la investigación fundamental de la aplicada y no toma en cuenta la relación entre la universidad y la industria, Teresa González (2009) encuentra en una revisión profunda al modelo de la triple hélice las siguientes debilidades: a) puede verse como un complemento sociológico de los modelos económicos, y muchas veces “economísticos” en los estudios de la innovación, b) el modelo tiene como telón de fondo la concepción de la empresa como el locus de la innovación tecnológica, c) es solo una propuesta más para ofrecer razones que justifiquen y legitimen decisiones políticas en materias de innovación y economía del conocimiento, d) selecciona sólo una pequeña parte del panorama total de la investigación, e) exagera la comunidad y el consenso entre los distintos actores y partes implicadas, al tiempo que atenúa la diferenciación y el conflicto de intereses que surge de la especificidad sistémica, f) introduce un déficit reflexivo en el que el modelo interactivo que sustituye al modelo lineal fracasa para tomar en cuenta el contexto y la fuerza de la globalización y su impacto sobre las condiciones de investigación y, h) sustituye la política de la ciencia por la política de la innovación. A pesar de las críticas presentadas por Teresa González, la Teoría de la Triple Hélice permite introducir en los debates académicos relativos a los procesos de producción del conocimiento científico y de la innovación elementos clave como los procesos de reflexividad y de comunicación. Estos elementos logran diferenciar a la Teoría de la Triple Hélice con los diferentes modelos y acercamientos que se ha visto en esta primera parte.

A través de este recapitulado, principalmente alrededor de los inicios de los estudios sociológicos de la ciencia y de lo que Merton nombró cuerpo de la ciencia o Bourdieu campo científico, hemos distinguido distintos acercamientos teóricos y metodológicos relativos a esta área. Merton logró observar sujetos dentro de instituciones educativas cuyo corpus de conocimientos se desarrolla dentro de un ámbito de cooperación, no solo entre sujetos de estas instituciones sino que empieza a detectar incidencias de la ciencia en ámbitos económicos y/o políticos. Por otro lado, Bourdieu detecta una lucha continua de poder dentro del campo científico, centrando su atención principalmente en la dinámica de estas estructuras dentro del campo. Es esta dinámica solo una de las distintas y complejas actividades (fluidas e interactivas) entre una cantidad diversa de actores, que logran envolverse alrededor de los procesos

de producción del conocimiento científico. Este modelo de pensamiento deja de lado los diferentes mecanismos de interacción entre distintos ambientes o agentes exteriores – económicos, gubernamentales y educativos, por lo que se exigen nuevas modalidades de observación del flujo de asociaciones y relaciones nacientes en los procesos de construcción y legitimación del conocimiento científico.

Más recientemente Loet Leydesdorff y Henry Etzkowitz (2000b) junto con su teoría de la Triple Hélice, inspirados en los trabajos de Merton y Bourdieu, logran observar principalmente las relaciones formadas entre instituciones educativas, gubernamentales y empresariales. Sus estudios, centrados en los procesos de innovación, reconocieron principalmente el aumento de la interacción de un nuevo actor dentro del cuerpo de la ciencia: el sector empresarial, nacido de la generación de nuevas relaciones entre el sector académico y el sector gubernamental. La importancia de los estudios de la Triple Hélice radica en la detección de estos tres actores fundamentales en los procesos alrededor del conocimiento científico: industria, universidad y estado. La importancia de la red de relaciones, interés principal del presente trabajo de investigación, que se tejen entre cada uno de estos tres actores y que tiene como resultado la ponderación de la legitimación del conocimiento en función de su aplicabilidad técnica, logra ser presentada detalladamente en los siguientes apartados. La serie de procesos y elementos que dan forma al nacimiento de nuevas relaciones y asociaciones es estudiado por Bruno Latour y su gente bajo la Teoría del Actor-Red. Un profundo acercamiento a esta teoría podrá ser encontrada en el Capítulo II y III de esta investigación, pero es posible adelantar por el momento que lo que Merton llamó cuerpo de la ciencia (junto con el conjunto de instituciones alrededor de ella que originalmente parecían dispersas) o Bourdieu campo científico serán nombrado en esta investigación como *redes sociotécnicas*.

Son específicamente este tipo de relaciones que se están dando actualmente entre la diversidad de actores lo que está generando que el conocimiento logre legitimarse en función de su aplicabilidad y no en la construcción del conocimiento per se o certificado. La reflexividad (ver Capítulo II) y la comunicación funcionarán como elementos fundamentales en el nacimiento de estas nuevas relaciones. Sin embargo, es importante señalar que la red sociotécnica no es en sí una nueva red, sino una triada que ha cambiado a partir de sus relaciones: empresas crean incubadoras dentro de universidades, el estado invierte cada día más en desarrollos técnicos con

aplicaciones al conocimiento y las universidades participan más activamente en conjunto con estos actores.

La generación de relaciones (entre las tres instituciones detectadas en los nuevos modelos de producción del conocimiento científico) nacidas entre las entidades participes en los procesos de construcción del conocimiento científico funcionan como elementos integrales en el nacimiento de nuevas asociaciones y son al mismo tiempo el centro de reflexión del presente trabajo e investigación. Veremos más adelante cómo ciertas relaciones de acuerdo a su capacidad de posicionamiento son capaces de modificar los procesos de legitimación del conocimiento científico. Por lo tanto, lo que se muestra a continuación es la caracterización del problema que esta investigación pretende abordar.

1.3. El problema de la reducción tecnológica en los procesos de legitimación del conocimiento científico

Los estudios y acercamientos teóricos alrededor del concepto de legitimación, al igual que muchos otros conceptos de las ciencias sociales, han sido abordados y utilizados indistintamente para definir realidades diferentes, tanto en su utilización popular como dentro de las disciplinas politológicas, sociológicas y filosóficas. De acuerdo con Monedero (2009):

Las diferentes versiones de la legitimidad pueden ser entendidas de forma más clara si se adscriben a alguno de estos paradigmas de interpretación de la obediencia al poder. Las concepciones más enfrentadas al concepto de legitimidad hay que adscribirlas al realismo político (que, insistimos, puede fundamentarse en la obra de Weber). Tanto Carl Schmitt, quien equipara la legitimidad con la legalidad hasta fundirla en este concepto en su teoría decisionista, como Luhmann, quien en un primer momento vincula la legitimidad a cuestiones de mero procedimiento legislativo, electoral y judicial y, después, tras su giro autopoietico, la califica como una ilusión que no irá más allá de cuestiones de valoración personal de los gobernantes, aciertan en su descripción del problema (p. 1).

En un profundo rastreo de estos acercamientos al concepto de legitimidad, Zelditch (2001) considera a Aristóteles como uno de los primeros estudiosos de este pensamiento. Aristóteles estudió la legitimidad del Gobierno, argumentando que ésta depende del constitucionalismo y el consentimiento; analizando la estabilidad política no en términos de legitimación de los gobiernos, sino en el de la legitimidad de la recompensa. En estudios más recientes a partir de la obra de Weber, el concepto de legitimación pasa a formar parte de los conceptos fundamentales de la ciencia política, esencialmente entendida como "creencia" (*Glaube*) en la bondad del poder por parte de los ciudadanos, y como "pretensión" (*Anspruch*) por parte de los dominadores de obtener obediencia merced a la supuesta razón que les asiste para mandar y, por tanto, encontrar respuesta a sus mandatos (Monedero, 2009). Parte de estos acercamientos de la legitimidad desde el orden político son extendidos más adelante por Habermas (1981) quien define a la legitimidad como el hecho del merecimiento de reconocimiento por parte de un orden político donde éstas sirven para mostrar cómo y por qué las instituciones existentes (o las recomendadas) son adecuadas para emplear el poder político en forma tal que lleguen a realizarse (por vías normativas) los valores constituidos de la identidad social. De esta manera Habermas asume que la legitimidad sólo puede ser procedimental.

Por otro lado, el concepto de legitimidad también ha sido empleado para explicar fenómenos como las condiciones bajo las cuales los actores aceptan la recompensa como justa (teorías de justicia distributiva) o como una obligación moral para obedecer a un sistema de poder (teorías de poder y teorías de autoridad) (Zelditch, 2001). En ambas teorías, la legitimidad es aceptada como un derecho tanto para ganadores como para vencidos, y juntos reconocen la misma distribución de recompensa y poder. De esta manera, la legitimidad es vista como un requisito indispensable para lograr la estabilidad de un orden, así como también para mantener restringido el uso de medidas coercitivas (Gómez, 1994, p. 12). Dentro de las distintas definiciones propuestas alrededor del concepto de legitimación, esta investigación tomará posición frente al concepto a partir de la conceptualización que hace de ella Voegelin (en Monedero, 2009), quien la define como una construcción social íntimamente vinculada a la concepción antropológica de cada sociedad concreta; la legitimidad tiene, por tanto, un referente espacio-temporal necesario que emerge y es mantenido por uno u otro proceso básico social (Zelditch, 2001). De acuerdo a

Suchman (1995), la legitimación puede ser clasificada en tres tipos: pragmática, moral y cognitivo (ver Tabla 1). Las organizaciones pueden lograr legitimidad pragmática al ofrecer lo que el público necesita, en términos de intereses. Pueden promover la legitimidad moral respondiendo a los ideales de su público objetivo y por último, se puede mejorar la legitimidad cognitiva mediante la demostración del alcance de éxitos a corto y mediano plazo.

Tabla 1. Tipología de la legitimación

Tipos de Legitimación	Estrategias	Descripción
Pragmática	Responder a las necesidades	Responder a las necesidades y expectativas de los demandantes
	Reclutar amistades organizacionales	Invitar a los componentes activos para participar en las actividades de organización
	Publicitar imagen	Utilizar la imagen para influir en la toma de decisiones
Moral	Producir resultados adecuados	Presentar resultados de las acciones que se desarrollan
	Introducirse en distintas instituciones	Insertar nuevas prácticas en Instituciones ya legitimadas
	Ofertar elementos simbólicos	Emplear elementos simbólicas para apoyar las actividades de difusión.
	Demostrar éxito	Demostrar éxito técnico acumulado
Cognitiva	Imitar normas	Imitar las normas más importantes y seguras
	Formalizar operaciones	Controle el desarrollo de las actividades
	Profesionalizar las operaciones	Vincular las actividades de la organización a autoridad legitimadas externamente
	Popularizar nuevos modelos	Promover la formulación de nuevos modelos culturales
	Estandarizar los nuevos modelos	Estandarizar externamente los modelos o formas desarrolladas

Fuente: Schuman, 1995.

Por su parte, el análisis del concepto de legitimación del conocimiento científico ha sido abordado de la misma manera por una variedad de escuelas y corrientes como el positivismo, la hermenéutica, la fenomenología, el interaccionismo simbólico, el funcionalismo, el estructuralismo y el post-estructuralismo. Sin embargo, dentro de los estudios sociales de la ciencia se han desarrollado dos líneas de investigación alrededor de los procesos de legitimación de la ciencia; siendo éstas los

procesos de legitimación interna (legitimación entre la comunidad científica) y la legitimación externa (fuera del campo o cuerpo de la ciencia).

En este punto es importante reconocer que la dificultad del estudio de este concepto dentro de la comunidad científica de acuerdo a Gaitán y López (2010), radica en la naturaleza de la comunidad y en el hecho de que se trata de sujetos que existen en una posición determinada dentro del campo de la ciencia. Uno de los mecanismos dentro de la comunidad científica que han logrado perfilarse como evaluadores de producción científica han sido sus formas de comunicación. Las revistas científicas así como sus editores han logrado posicionar los procesos de revisión por pares como un mecanismo para validar la calidad de la ciencia que se publica. El valor curricular que ha tomado la autoría en “journals”¹⁰ por parte de los científicos ha posicionada estos medios como elementos necesarios para el avance profesional de los científicos. Estos sistemas de comunicación científica “se han convertido en un sistema complejo en el que aparecen factores, individuos y mecanismos que apuestan por una nueva organización y almacenamiento de la información” (Gaitán y López, 2010 p. 160). La creación de dispositivos de medición de impacto creados por la Cienciometría ayudan a posicionar estos sistemas de comunicación científica; con estos índices es posible identificar a los autores que tienen una mayor producción, saber con quiénes trabajan, sus grupos de trabajo y de esta forma conocer las colaboraciones, tanto institucionales como internacionales de todas las áreas científicas (Gaitán y López, 2010).

Se pueden destacar como otros mecanismos de legitimación las siguientes herramientas: teorización, experimentación, publicación y conferencias como mecanismos de legitimación internos y, las publicaciones en medios “populares” de comunicación, la recaudación de fondos, la búsqueda de publicidad y la creación de revistas especializadas como mecanismo de legitimación externos. Desde el punto de vista sociológico Pierre Bourdieu ha estudiado algunas nociones del proceso de

¹⁰ Actualmente existen dos empresas que se han apropiado de los canales de legitimación de comunicación de resultados (Scopus en Europa, Thompson Reuters, en Estados Unidos) al agrupar más de 10 000 revistas de todas las áreas, aducen que en ellas es donde se presentan los aportes y que en el resto de las otras revistas, los resultados no contribuyen de forma central, por lo tanto compiten entre sí para obtener el estatus de principales portavoces de la comunicación y difusión científica, legitimando los procesos que se emiten por este canal. En Latinoamérica han surgido proyectos como SciELO y Redalyc que buscan reunir las revistas de mayor calidad de esta región, con una perspectiva distinta a la del mercado, es decir, la del acceso abierto. SciELO contiene prioritariamente las revistas de ciencias naturales y exactas, mientras que Redalyc incluye de preferente manera revistas de ciencias sociales y humanidades. (Gaitán y López, 2010, p. 161).

legitimación del científico al interior del mundo de la ciencia en su texto *El oficio del científico*. De acuerdo a Bourdieu (2001), la legitimidad de la ciencia y el uso legítimo de ésta son, en cada momento, objetivos por los que se lucha en el mundo social y en el propio seno del mundo de la ciencia. La estructura del campo permite que estas luchas se concentren por poseer el monopolio de la legitimación científica. El campo científico logra constituirse a partir de sus relaciones, de sus luchas y de sus intereses concretos que generan una serie de tensiones entre los recién llegados y los que ya conforman y mantienen una posición en un grupo científico.

Por lo tanto, si la legitimación es entendida como un proceso de reconocimiento mantenido por uno u otro proceso básico de la vida social desde donde ésta se desarrolla; entonces el hablar de la legitimación de la ciencia, queda implícito el rol y la participación de los científicos, de sus comunidades, de sus relaciones, de su participación en redes o grupos afines y claramente de sus intereses económicos, políticos e incluso sociales. La legitimidad y el posicionamiento del conocimiento científico será entonces determinado y enfrentado por los actores que se encuentran durante su proceso de producción. La ciencia, junto con sus actores, legitima e institucionaliza y, a su vez, genera impacto en sus ámbitos de discusión y producción (Gaitán & López, 2010), por lo que la legitimidad se convierte en un campo de lucha y de tensiones, en especial cuando es impuesta y no corresponde con los atributos y características esperados (Alvarez en Gaitán & López, 2010).

Dentro de los acercamientos de la sociología de la ciencia a lo que Merton nombra como cuerpo de la ciencia o Bourdieu campo científico, es posible detectar un trinomio de instituciones que a través de los años han generado una tensión entre la búsqueda del conocimiento certificado y su aplicabilidad en tecnologías. Cada una de estas instituciones, en sus diferentes etapas, ha ido generando y posicionando nuevas relaciones y prácticas alrededor de los procesos de producción de conocimiento. Así, en los años ochenta la separación entre la comunidad científica académica y la comunidad científica industrial era mayor por lo que se realizaban investigaciones dedicadas exclusivamente a entender la sociología del científico industrial (Ellis, 1980), lo que llevó a que la falta de significado y de identidad del científico industrial dentro del cuerpo de la ciencia se convirtiera en un tema de investigación.

Actualmente, los fenómenos generados por las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) plantean nuevos retos para las sociedades debido a que las

transformaciones tecnológicas han provocado cambios en la sociedad relacionados con las formas de trabajo y las maneras de interacción y comunicación entre los diversos sectores sociales (Vera, 2004). Estas nuevas condiciones y preocupaciones, donde el entorno social se encuentra cada vez más vinculado a la ciencia y al desarrollo tecnológico, han logrado modificar el tipo de relaciones entre los actores y las instituciones detectadas alrededor de los procesos de producción del conocimiento científico (véase Figura 2).

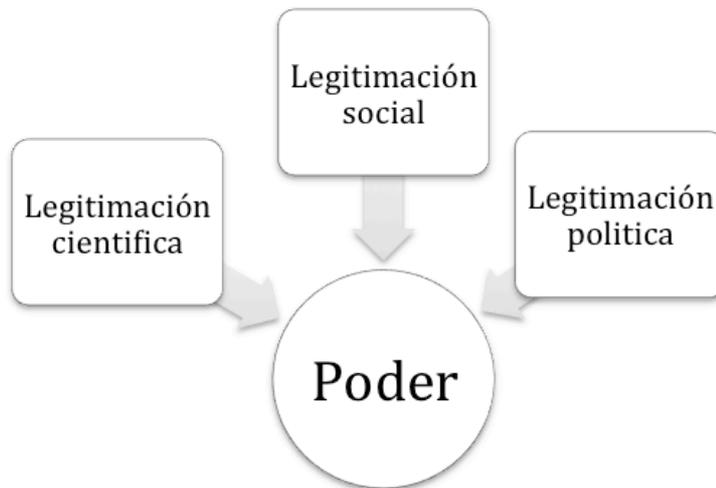
Estas nuevas relaciones, cómo la formación de nuevos lazos, de nuevos puntos de paso obligado o la modificación del grado de enrolamiento de cada una de las instituciones dentro del modelo de integración descrito anteriormente, han logrado que las fuentes de legitimidad, al igual que las del proceso de producción del conocimiento, se modifiquen provocando que surjan nuevas dimensiones y mecanismos de legitimación. El poder económico y político (actores detectados dentro del nuevo modelo de integración formado entre las instituciones educativas, gubernamentales y empresariales) ha contribuido a generar redes de trabajo interdisciplinarias que reflejan su estrategia al posicionarse como investigaciones autorizadas (Mendiola, 2004). La legitimación logra presentarse como un modo de relación entre estas partes donde se logran identificar tres fuentes de legitimación: “científica, social y política. La científica tiene relación con la capacidad propositiva, el rigor y la calidad innovadora de la producción planteada en sus investigaciones.” (Gaitán & López, 2010).

Lo social y la política desarrollan una fuerte vinculación entre la legitimidad y el poder; cómo apunta Michèle Lamont (1982):

Debemos anclarnos al carácter estructural del mismo para estar en posibilidad de darnos cuenta acerca de los fenómenos jerárquicos sociales [...] que indican la incorporación diferenciada de atributos sociales, tal como el prestigio, responsabilidades, el estatus. El poder será definido como la capacidad para imponer la realización de intereses particulares dados en una coyuntura dada (p.23).

Por fines expositivos lo anterior se sintetiza en el siguiente esquema.

Figura 4. Fuentes de la legitimación



Fuente: Elaboración propia

Nos encontramos entonces ante una vinculación de la legitimidad con el poder, que se ejerce a través de un orden jerárquico y de un posicionamiento de los actores en los procesos de construcción del conocimiento científico. Por lo tanto, el conjunto de instituciones participes en estos procesos de producción y legitimación de la ciencia buscan y basan su funcionamiento en el tipo de relaciones y asociaciones que se producen y modifican internamente. Estas nuevas relaciones y asociaciones que a su vez generaron nuevos mecanismos de legitimación y producción, están siendo fuertemente impulsados por las dinámicas de mercado y las instituciones empresariales, no por las instituciones educativas ni las instituciones gubernamentales, lo que repercute directamente en el grado de autonomía de la ciencia privilegiando los intereses económicos y no el conocimiento per se o certificado. Al encontrarse la legitimación posicionada como un proceso social dentro de las organizaciones y las instituciones, las prácticas y las ideas de ganar la aceptación social dan forma a proyectos en donde el éxito depende en gran parte de la legitimación de los usuarios. Así, la institución empresarial busca posicionarse como la entidad de mayor grado de enrolamiento y su posición se centra no en la resolución de problemas sino en la maximización de sus ganancias dadas por la aplicabilidad tecnológica del conocimiento científico. En síntesis, la legitimidad del valor de la producción científica viene dada por su reducción a aplicaciones de carácter tecnológico.

Así, una vez entendido el problema de investigación que brevemente se puede describir como la aparición y modificación de las relaciones y/o asociaciones presentes capaces de transformar los distintos mecanismos de legitimación del conocimiento científico reduciendo estos a la aplicabilidad técnica del conocimiento, entonces la pregunta de investigación que regirá este trabajo se puede redactar de la siguiente manera:

- *¿Cuál es el papel de la red sociotécnica en la legitimación del conocimiento científico a partir de su reducción a la dimensión técnica de su aplicabilidad?*

Es en este momento importante aclarar que a partir del problema y la pregunta de investigación desarrollados anteriormente se extiende como el objetivo general de la investigación el siguiente:

- *Analizar el papel de la red sociotécnica en la legitimación del conocimiento científico con la finalidad de lograr describir cómo es que estos elementos conducen a la legitimación del conocimiento científico a partir de su reducción a su aplicabilidad tecnológica.*

Ante este escenario se tienen como hipótesis iniciales:

- *La producción del conocimiento científico en la sociedad contemporánea transita hacia un modelo de integración entre las instituciones educativas, gubernamentales y empresariales que ha transformado el conjunto de relaciones y prácticas relacionadas a sus procesos de producción.*
- *Las nuevas relaciones, la formación de nuevos lazos, y la modificación del grado de enrolamiento de cada una de las instituciones dentro del modelo de integración han logrado que surjan nuevas dimensiones y mecanismos de legitimación del conocimiento científico.*

Ahora bien, los estudios de la legitimación del trabajo científico se encuentran cimentados principalmente desde los estudios sociológico de la ciencia, por lo que es necesario entonces realizar una revisión al rededor de los distintos paradigmas sociológicos alrededor de los procesos de producción del conocimiento científico para formar así el estado de la cuestión de la presente investigación. Sobre esto se centran las siguientes líneas.

1.4. Entre la sociología y el paradigma de redes en el estudio de la producción y legitimación del conocimiento científico

Los más recientes trabajos referentes a la sociología del conocimiento parten principalmente de la postura adoptada hacia la sociología Mertoniana, postura alejada desde la posición de nuestra investigación, principalmente en la capacidad dinámica del conjunto de nuevas relaciones alrededor del conocimiento científico. Como ya mencionamos anteriormente, la sociología de Merton, desarrollada principalmente en E.U.A, inaugura la sociología de la ciencia como una disciplina académica. Sus trabajos se pueden dividir en:

- I) Sociología del conocimiento: Separa a la sociología del conocimiento de las cuestiones epistemológicas en cuanto a la validez o falsedad del pensamiento. La sociología del conocimiento se ocupa principalmente de la "dependencia del conocimiento de la posición social y, en un grado excesivo e inútil, con las implicaciones epistemológicas de tal dependencia" (Merton, 1937 p. 493). Merton logra plantear seis problemas fundamentales que deberán de ser observados por la sociología del conocimiento: la determinación de los desplazamientos de los intereses relacionados a cambios en la estructura social, el análisis de la valoración de los distintos tipos de conocimientos y la cantidad de recursos que se le designan, las condiciones de aparición y desaparición de problemas y disciplinas nuevas, los estudios a instituciones que forman parte de la transmisión y difusión del conocimiento, los estudios de los orígenes sociales del intelecto y sus dinámicas y finalmente el análisis de las consecuencias sociales de la ciencia y tecnología.
- II) Sociología del conocimiento científico: Merton (1937) entiende la sociología de la ciencia como un subdivisión de la sociología del conocimiento que se ocupa del saber basado en la experimentación controlada. Su interés se centra principalmente en la interdependencia entre la ciencia y la estructura social en la que esta se desarrolla.
- III) La estructura normativa de la ciencia: Las normas que rigen la ciencia "poseen una justificación metodológica, pero son obligatorias, no sólo porque constituyen un procedimiento eficiente, sino también porque se las

crea correctas y buenas. Son prescripciones morales tanto como técnicas” (Merton, 1942 p. 355). Se considera dentro de la estructura normativa cuatro conjuntos de imperativos institucionales: el universalismo, el comunismo, el desinterés y el escepticismo organizado como componentes del ethos¹¹ de la ciencia (p. 356-357).

- IV) El sistema de recompensas de la ciencia: El prestigio dentro del cuerpo de la ciencia se vuelve proporcional al prestigio de la obra de los científicos (Merton, 1942) y este a su vez se cuantifica a través de los procesos de evaluación de la ciencia como revistas de publicación certificadas por los sujetos de la ciencia. El reconocimiento “es un elemento que deviene de la institución y tiene como función dar una contrapartida motivacional en el plano psicológico por la importancia asignada a la originalidad en el plano institucional” (Merton, 1977 p.386). Este sistema de recompensas no se da solo desde el elemento psicológico sino también desarrollan una función social dando testimonio de la excelencia de los investigadores (Merton, 1977). El sistema de recompensas se ve enfrentado referente a dos modalidades: aquellas que demandan recompensas económicas por el conocimiento científico (ej. las patentes y la propiedad intelectual) y las que piden un cambio del sistema social para que la ciencia pueda continuar su tarea.
- V) Los procesos de evaluación de la ciencia: los “resultados de la investigación se dan a conocer al resto de la comunidad de investigadores por medio de las publicaciones científicas, sobre todo a través de los artículos publicados en revistas científicas, con el propósito de que esta comunidad contraste, verifique o rechace el valor de esa investigación” (Merton, 1977) a este tipo de conocimiento, reconocido como conocimiento certificado, se ha legitimado por el cuerpo de la ciencia

¹¹ El ethos de la ciencia es ese complejo, con resonancias afectivas, de valores y normas que se consideran obligatorios para el hombre de ciencia (2). Las normas se expresan en forma de prescripciones, proscripciones, preferencias y permisos. Se las legitima en base a valores institucionales. Estos imperativos, transmitidos por el precepto y el ejemplo, y reforzados por sanciones, son internalizados en grados diversos por el científico, moldeando su conciencia científica o, si se prefiere la expresión de moda, su superego. Aunque el ethos de la ciencia no ha sido codificado (3), se lo puede inferir del consenso moral de los científicos tal como se expresa en el uso y la costumbre, en innumerables escritos sobre el espíritu científico y en la indignación moral dirigida contra las violaciones del ethos (Merton, 1942 p. 355-360).

gracias a elementos y procesos que le han permitido posicionarse dentro de los procesos de producción del conocimiento científico. Estos elementos han logrado aumentar y estimular la comunicabilidad de la producción científica. La descripción “de la estructura comunicativa que promueve el testimonio convalidado de credibilidad en la ciencia y las recompensas que se otorgan a quienes obran en consecuencia con la institución de la ciencia” (Merton, 1977 p. 620). El comunismo de la ciencia (presentado en la estructura normativa de la ciencia) implica la difusión de los resultados de la ciencia a partir de sistemas de comunicación tradicionales (carteles, libros, enciclopedias) hasta la publicación de revistas científicas en línea o digitales: “la publicación arbitrada tiene una serie de parámetros y rituales para preservar los derechos de prioridad y permitir la acumulación consensuada de conocimiento (Merton 1977 p. 620-621)” que ha permitido una institucionalización de las revistas científicas proporcionando “una base institucional para la fiabilidad relativa y la acumulación de conocimiento ” (Merton 1977 p. 620-621).

Como se puede observar, Merton (1977) logra distinguir que las estructuras regidas por la ciencia se basan en jerarquías y en poder que definen roles específicos de acción sobre las posiciones estratificadas dentro de la institución, pero siempre autónomas respecto a las influencias directas del resto de los intereses de la sociedad. Se puede resumir que la sociología de la ciencia Mertoniana se centraba de esta manera en tres características: a) en los procesos del conocimiento científico pero no en los resultados de éstos, b) en el estudio de las redes de influencia entre científicos, su organización y distribución pero no en su evolución y su cambio y, c) se alejaba de los procesos de formación de creencias de los científicos y se veía a la ciencia como algo dado y único (Merton, 1977).

Sin embargo, nuevos estudios referentes a la sociología de la ciencia marcan su distancia referente a la sociología de Merton. En este sentido se encuentran cinco principios que enmarcan los trabajos más recientes relacionados a la sociología del conocimiento y rivales de la sociología mertoniana (González & Navarro, 1988):

1. Principio de naturalización: Se rechaza la separación entre los procesos de descubrimiento y los de justificación y validación del conocimiento.

2. Principio de relativismo: Lo que se entienda por ciencia, su validez y aceptabilidad, al igual que los métodos utilizados son cuestiones relativas.
3. Principio de Constructivismo: El conocimiento y, en cierto modo, la realidad se consideran socialmente construidos.
4. Principio de causación social: La actividad científica no es llevada a cabo por sujetos epistémicos, sino por comunidades concretas organizadas socialmente.
5. Principio de instrumentalidad: El conocimiento científico posee una función instrumental y pragmática.

Cada uno de los trabajos recientes relacionadas con la nueva sociología de la ciencia surgidos fundamentalmente en Europa (recordemos que Merton funda su sociología de la ciencia en la escuela americana) “no sólo consideran a la ciencia como un producto del entorno social, sino que, además, tratan de aplicar a las distintas actividades, procesos e instituciones científicas los mismos métodos de investigación que a otros grupos sociales” (González y Navarro, 1988 p.76). Cada uno de los principios enmarcados anteriormente no concibe un único acercamiento teórico metodológico a los estudios de la ciencia, sino más bien se entienden como un conjunto de estudios que permiten “por primera vez a los científicos sociales estar inmersos en una investigación sistemática de las actividades técnicas, los juicios y las interpretaciones de los científicos [...] desde una perspectiva ampliamente sociológica” (Knorr-Cetina & Mulkay, 1983).

Inspirados en estos principios se forman los trabajos de Bloor (1973) y el llamado “Programa Fuerte”. David Bloor apoyado de la llamada “Escuela de Edimburgo” (Donald MacKenzie, Steve Shapin, Bruno Latour, Steve Woolgar, Knorr-Cetina y Michael Mulkay) define el Programa Fuerte en Sociología del Conocimiento postulando cuatro principios fundamentales (Otero, 1998), los cuales aluden a una radicalización en torno a la interpretación sociológica de la ciencia: 1) Debe ser causal, es decir, ocuparse de las condiciones que dan lugar a las creencias o a los estados de conocimiento. Naturalmente, habrá otros tipos de causas además de las sociales que contribuyan a dar lugar a una creencia. 2) Debe ser imparcial con respecto a la verdad y falsedad, la racionalidad y la irracionalidad, el éxito o el fracaso. Ambos lados de estas dicotomías exigen explicación. 3) Debe ser simétrica en su estilo de explicación. Los mismos tipos de causas deben explicar, digamos, las

creencias falsas y las verdaderas. 4) Debe ser reflexiva. En principio, sus patrones de explicación deberían ser aplicables a la sociología misma.

Por otro lado, se desarrolla el programa relativista de Collins (1981) que deja de lado dos de los principios del Programa Fuerte de Bloor: el de causalidad y el de reflexividad que de acuerdo a Collins deben de considerarse específicamente en situaciones concretas. Collins logra centrarse en aspectos relativistas y constructivistas como los métodos de experimentación y la construcción de los resultados de las investigaciones. También se desarrollan los estudios de Pickering (1987) que al igual que Collins rechaza los mismos principios del programa fuerte pero centra el énfasis de sus estudios en el carácter performativo de la práctica científica. Adicionalmente, los trabajos focalizados en el laboratorio de Bruno Latour (1979) que ligada estrechamente a los trabajos de Pickering a la antropología de los laboratorios, se enfoca al total de las practicas, por más mínimas que éstas sean, durante la practica científica. Son cada una de estas practicas fragmentadas y desordenadas lo que construye y negocia el campo o cuerpo de la ciencia. En este espacio la argumentación entre científicos transforma algunos enunciados en quimeras y otros en hechos de la naturaleza" (Latour & Woolgar, 1979). Finalmente, la etnometodología del trabajo científico de Lynch (1985) centra sus análisis en el carácter reflexivo de la practica científica incluyendo tanto conversaciones como materiales escritos desarrollados o utilizados dentro del laboratorio.

Ahora bien, partiendo de las premisas establecidas en el Programa Fuerte y en la etnometodología de Lynch, más recientemente podemos encontrar el trabajo del español Miguel Ferreira (2007) en el que se propone una nueva perspectiva metodológica para el estudio sociológico de la actividad científica llamada metodología autoobservacional. Esta metodología implica, de acuerdo a su autor, "un profundo trastocamiento de los parámetros epistemológicos desde los que enfocar el estudio sociológico de la ciencia: se puede expresar el sentido vivencial y cotidiano que tiene, por ejemplo, una ecuación matemática, gracias al conocimiento experto del investigador social" (p. 1). El trabajo de Ferreira se llevó a cabo durante dos años en una facultad de ciencias físicas en donde el trabajo de campo consistió en la asistencia regular a clases como alumno y a partir de la cual se llevo a una particular interpretación de la ecuación de Schrödinger, la cual establecía que la ecuación es un

sujeto social inscrito en un proceso de aprendizaje reflexivo. En este estudio el objeto de estudio no fue el punto de partida, sino el punto de llegada.

Ferreira (2007) concluye que el investigador social de la ciencia no se encuentra en disposición de analizar en profundidad ni las prácticas ni los productos de ciencia porque carece de conocimiento experto. Esta debilidad, propone el autor, puede ser superada con una metodología autobservacional. “Solo conociendo qué es la ecuación para quien la maneja podemos proponer una interpretación alternativa [...] que evidencia que dicho conocimiento implica ingredientes que van mucho más allá de lo que la mera formalidad de la ecuación puede registrar ” (Ferreira, 2007, p. 22). Ante esta posición veremos más adelante que la Teoría del Actor Red no propone alejar al investigador de la interpretación propuesta por Ferreira, sino que se debe de dejar a los actores desenvolverse en su escenario, dejarlos incluir sus propios marcos, sus propias teorías, sus propios contextos y ser ellos quienes dejándolos hablar por sí mismos nos ofrezcan una correcta descripción que nos permita entender el papel del actor en nuestro objeto de investigación. Si nuestra descripción necesitara una explicación o la necesidad de agregar un agente para su explicación, entonces lo que habríamos logrado sería una incorrecta descripción, en este caso el agente observado no era realmente un agente o nuestro objeto es más grande de lo encontrado.

Otro estudio reciente alrededor de la sociología de la ciencia es el de Ramos (2005). En este estudio se apunta la necesidad de revisar las dimensiones epistemológicas, organizativas e incluso metodológicas de los científicos para comprender de una manera más global la estructura social de las comunidades científicas. De esta manera se hace una revisión de las diferencias culturales en las comunidades científicas y cómo éstas pueden ser observadas en su actividad científica. La revisión de las dimensiones organizativas de estos estudios dan únicamente pequeñas pistas de algunas de las instituciones participantes en los procesos de producción y legitimación del conocimiento científico.

Estas dimensiones organizativas dentro del universo de la ciencia son atendidas y entendidas como una amenaza a la supuesta autonomía de la ciencia en El Oficio del Científico (Bourdieu, 2001). Esta pérdida de autonomía y por lo tanto debilitamiento de la ciencia ante los poderes religiosos, políticos y económicos logra situar nuevamente en los trabajos sociológicos de Bourdieu a la ciencia como un objeto de estudio; son en aquellos espacios donde las aplicaciones del conocimiento

científico se vuelven más rentables donde existe un abrumador aumento de presiones por parte del poder económico (Bourdieu, 2001). El trabajo de Bourdieu sitúa las disputas entre investigadores e industria como un hecho fundamental de las luchas dentro del campo científico que somete a la ciencia a una profunda revisión de su historia sociológica. Esta revisión histórica inicia en el posicionamiento del sujeto de investigación en la producción del conocimiento, particularmente en la posición kantiana donde el sujeto se convierte en el lugar a priori de las verdades, en la posición wittgensteiniana que sitúa a la gramática como el principio generador del pensamiento científico y en el logicismo de Frege y Russell que plantea la existencia de reglas generales a priori para la evaluación científica (Bourdieu, 2001); es decir, se realiza una revisión de la ciencia vista cómo una construcción social y de una ciencia ya construida a priori a partir de las cuales nace su funcionamiento. El hecho de seleccionar a la ciencia como objeto de estudio sociológico presenta de acuerdo a Bourdieu (2001) una serie de dificultades que todo investigador debe afrontar:

- a) Existe una gran cantidad de desarrollo documental cuantitativo y cualitativo alrededor de esta disciplina (Bourdieu toma de hecho una postura crítica frente a esta diversidad de acercamientos).
- b) El entendimiento de la práctica científica solo puede ser dominada a cabo de un largo aprendizaje.
- c) La práctica científica reside en un colectivo científico y no en un solo sujeto.
- d) El discurso del científico depende del contexto (tiempo y espacio) en el que se sitúa.
- e) Existe una lucha continua dentro del campo por la legitimidad de la ciencia y su uso.

Ante este amplio espectro de desarrollo documental, Bourdieu logra dividirlo en tres posiciones o rupturas de las cuales a su vez toma su distancia. Estas rupturas las describe como polémicas enfrentadas donde sus protagonistas desarrollan una visión de dicha historia adecuada a los intereses vinculados a la posición que ocupa en ella (Bourdieu, 2001, p. 25).

1. Estructural-funcionalista: esta tradición es descrita como pilar de la llamada nueva sociología de la ciencia cuyo énfasis de sus estudios se centra en la misma práctica científica (como una sociología de los investigadores y de sus

instituciones) caracterizada por un universalismo, comunismo, desinterés y escepticismo generalizado (Bourdieu, 2001, p. 26). El estructural – funcionalismo inscrito en la corriente objetivista y realista deja de ver de acuerdo a Bourdieu la manera en cómo se regulan los conflictos científicos, es decir deja de ver las luchas internas dentro del campo de la ciencia. Este tipo de análisis “justifica la ciencia al justificar las desigualdades científicas y al mostrar científicamente que la distribución de los premios y de las recompensas es adecuada a la justicia científica” (Bourdieu, 2001, p. 32).

2. Las revoluciones científicas. Esta tradición fuertemente impulsada por Kuhn logra mostrar que “el desarrollo de la ciencia no es un proceso continuo, sino que está marcado por una serie de rupturas y por la alternancia de periodos de ciencia normal y de revoluciones” (Kuhn en Bourdieu, 2001, p. 34). Esta visión trajo en sí una filosofía evolucionista (no continua) del desarrollo científico que logró romper con la visión positivista de la ciencia donde todo progreso se volvía de cierta manera acumulativo y continuo. Esta idea es abordada por Kuhn bajo el concepto de paradigma que implica el abandono de una estructura teórica y su reemplazo por otra, incompatible con la anterior (Kuhn, 1972). Aunado a esto, esta tradición logró traer a consideración la idea de comunidades científicas (Bourdieu, 2001), idea que más tarde será desarrollada por Bourdieu en su concepto de campo científico
3. El programa fuerte. Es quizás esta tradición la más criticada por Bourdieu y es que de acuerdo al autor es “imposible hablar de reflexividad a propósito de los análisis de la sociología de las ciencias” (Bourdieu, 2003 p.41). La crítica de Bourdieu se centra en la posición de esta corriente en dar preferencia a los procesos de interacción entre científicos, lo cuál deja de lado las relaciones entre los intereses y las preferencias dentro del campo, ignorando así las estructuras y las disposiciones de los agentes.

Bourdieu toma su distancia de estas distintas tradiciones de los estudios sociológicos de la ciencia debido a su concepción del campo y su relación a las estructuras que “orientan las practicas científicas” (Bourdieu, 2001, p. 63). Para Bourdieu, los principios explicativos de la ciencia (incluyendo la micro sociología del laboratorio) se encuentran en la estructura (socialmente construida) del espacio dentro

del cual está insertado, es decir, en su campo, “más exactamente, son los agentes, es decir, los científicos aislados, los equipos o los laboratorios, definidos por el volumen y la estructura del capital específico que poseen, quienes determinan la estructura del campo que los determina, es decir, el estado de las fuerzas que se ejercen sobre la producción científica, sobre las prácticas de los científicos” (Bourdieu, 2001, p. 65).

Esta noción rompe principalmente con la visión interaccionista del Programa Fuerte en el momento en que define la existencia de una estructura de relaciones objetivas, determinadas por el tipo de capital (simbólico, social o cultural) que sus agentes aportan. Este espacio estructurado¹² se vuelve un espacio de luchas entre los distintos agentes que ocupan las diversas posiciones por lo que las estrategias y posibilidades de éxito de los agentes dentro del campo dependerá de su posición en el mismo y de su tipo de capital acumulado. Los agentes (científicos) dentro del campo se encuentran a su vez dotados por un sistema de disposiciones que constituye el fundamento objetivo de sus conductas, es decir una serie de métodos y programas conscientemente elaborados que regulan la práctica científica (específicas a la especialidad o disciplina). Esta serie de hechos es tratado por Bourdieu bajo el concepto de habitus (Bourdieu, 2001). Por lo tanto, las luchas internas dentro del campo y el conjunto de presiones exteriores al campo configuran la forma en que se estructura el cuerpo de la ciencia.

Otra forma de nombrar a la configuración del cuerpo de la ciencia puede ser entendido bajo el concepto de redes sociotécnicas o redes de conocimiento. Este concepto, adoptado como uno de los elementos centrales de esta investigación nace en los estudios de Callon, particularmente en sus indagaciones referentes a los estudios sociológicos de la ciencia y la tecnología principalmente en el ámbito de la innovación. De acuerdo con Callon (Callon, 1988), son las redes sociotécnicas – asociadas bajo las etiquetas “sociales”, “económicas”, “científicas” o “técnicas” – las que han movilizadо particularmente la atención de la ciencia. Entiendo entonces el concepto de redes sociotécnicas como el conjunto de instituciones y actores que colaboran conjuntamente en el trabajo científico. Bruno Latour (1999) en su libro “La esperanza de pandora” desarrolla o esboza una genealogía de la gama de significados

¹² “Por estructuralismo o estructuralista entiendo la afirmación de que existen - en el mundo social mismo, y no sólo en los sistemas simbólicos como el lenguaje, el mito, etc. - estructuras objetivas independientes de la conciencia y de la voluntad de los agentes y capaces de orientar o de restringir sus prácticas y sus representaciones” (Bourdieu, 1993, p.17).

por la que pasa la palabra sociotécnica. El primer punto a aclarar, de acuerdo a Latour (1999), deberá de ser que la palabra sociotécnica no buscara en ningún momento responder al paradigma de “la construcción social como mecanismo de explicación” (p. 237). Lo que Latour realiza entonces será un recorrido por las diferentes etapas o niveles desde donde se realiza un entrecruzamiento entre lo social y la técnica. Los primeros tres niveles son desarrollados en la implantación de herramientas como la extensión de las habilidades sociales a los no humanos mediante “estrategias complejas para manipularse y modificarse mutuamente” (p. 252). El cuarto nivel introduce y define las técnicas cómo subprogramas articulados capaces de realizar acciones que logran subsistir en el tiempo y se extienden en el espacio. En palabras de Latour (1999),

Un arco y una flecha, una lanza, una maza, una red, una prenda de vestir, son todos ellos objetos compuestos por partes y elementos que exigen la recombinación secuenciada en el tiempo y en el espacio de elementos que no guardan relación alguna con su composición original. Las técnicas son lo que le sucede a las herramientas y a los actantes no humanos al ser procesados por una organización que los extrae, los recombina y los socializa (p. 251).

El quinto nivel desarrollado por Latour incorpora la relación entre la técnica y la sociedad. El sexto nivel y que el llama “ecología interiorizada” (p. 249) introduce la elaboración de paisajes que alteran por completo el significado de vida social y material a una vida entendida como urbana¹³. El nivel 7 y 8 introducen la industria como una relación entre no humanos reunidos en un ensamblaje de máquinas y regidos por leyes que dan cuenta en diversos instrumentos. De acuerdo a Latour a las maquinas se les ha socializado “hasta el punto que ahora tienen la capacidad de crear por sí mismos un ensamblaje, un autómata que comprueba y supervisa, que empuja y pone en marcha otros autómatas” (Latour, 1999, p.247). Finalmente, los últimos tres niveles realizan un entrecruzamiento entre la técnica y la política¹⁴ (ecología política), desde la tecnociencia hasta las redes de poder formadas alrededor de cada una de estas reorganizaciones. Cada uno de estos niveles muestran como es posible visualizar

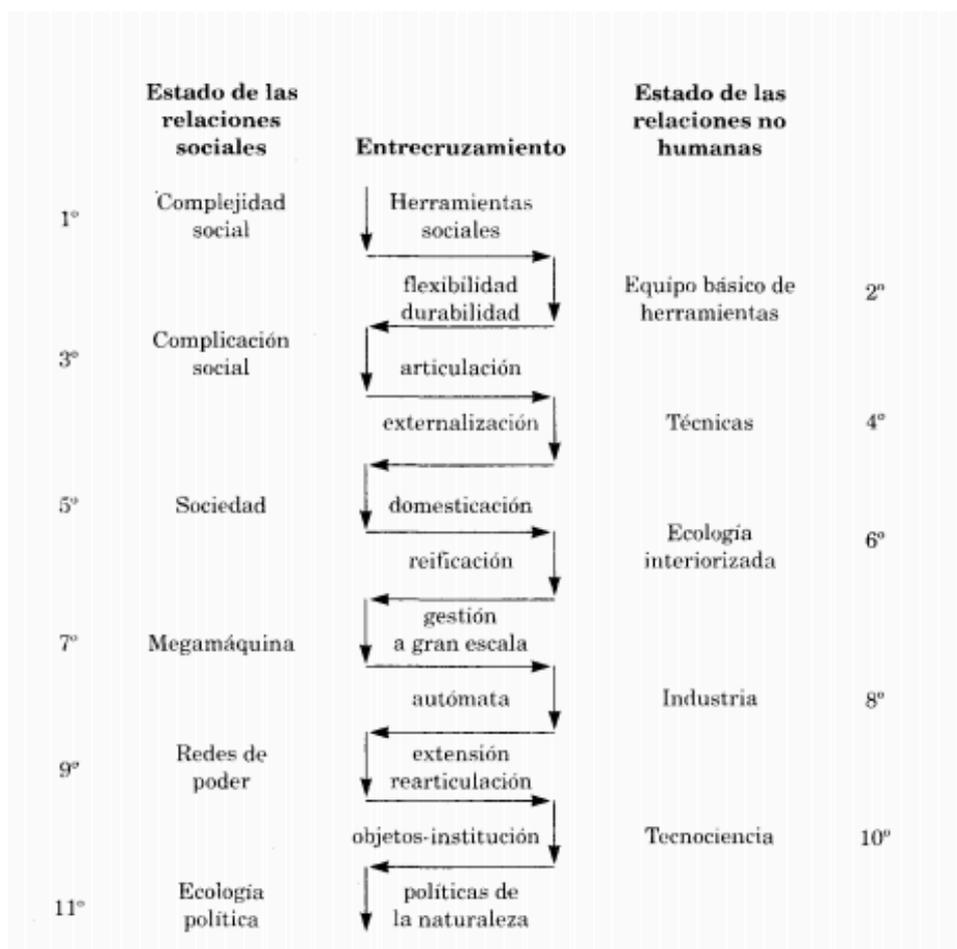
¹³ El termino vida urbana refiere a la introducción de pueblos y ciudades en los colectivos.

¹⁴ Aquí Latour hace referencia a las complicaciones sociopolíticas traídas por el avance y posicionamiento de la industria.

las relaciones entre sociedad y técnica desde un punto de vista horizontal (de iguales) y no vertical o dicotómica. Nosotros y nuestra historia se compone de diversas negociaciones entre técnicas y artefactos. Somos sociotécnicas y toda interacción es sociotécnica (Latour, 1999). La Figura 5 retoma cada uno de los entrecruzamientos desarrollados por Latour y muestra como las relaciones entre humanos se componen de otro conjunto de relaciones previas que los ponen en contacto con los no humanos (Latour, 1999).

Dentro de los estudios más recientes alrededor de las redes sociotécnicas y las redes de conocimiento encontramos el trabajo de Lourdes Medina (2007) referente a la formación de éstas alrededor de la industria automotriz. El estudio resalta la aparición de lo que la autora llama “instituciones puente” que se definen como entidades que buscan generar redes de colaboración relacionadas al desarrollo científico y tecnológico. De la misma manera, encontramos los estudios relativos a los servicios de salud. Kylie Armstrong y Elizabet Kendall (2010) proponen el establecimiento de redes de conocimiento como una herramienta que ayude en la adopción y generación de la información producida dentro de los sectores de salud. Esta visión permite ver a las redes de conocimiento como un mecanismo efectivo de diseminación de la información y un método para lograr un mayor impacto de la información desarrollada en el sector.

Figura 5. Niveles de entrecruzamiento de lo social y lo técnico



Fuente: Latour, 1999 p. 255.

Alrededor del contexto de las redes sociotécnicas o de conocimiento se ha ido generando dos conceptos similares dentro de los estudios de la ciencia y la innovación: redes epistémicas y comunidades epistémicas. Las redes epistémicas¹⁵ no se encuentran constituidas por “normas ni por científicos o comunidades de científicos sino por circulaciones, esto es, por comunicaciones de un determinado tipo, vinculaciones epistémicas” (Ibarra, 2009 p. 151). Cada vinculación forma nuevas circulaciones y le da forma a la red epistémica; el cuerpo de la ciencia (sus agentes, sujetos, laboratorios y comunidades) se encuentra formada por estas redes epistémicas (Ibarra, 2009). A diferencia de las primeras, las comunidades epistémicas nacen de la mano de los tomadores de decisión y cuentan con agendas establecidas. La dinámica de la red sociotécnica es diferente a la de las comunidades epistémicas, dado que ésta

¹⁵ Para un completo desarrollo de las redes epistémicas se recomienda el texto de Andoni Ibarra en La ciencia y sus Sujetos (2009).

se transforma, crea asociaciones, intereses, roles, se modifica y evoluciona sin una agenda establecida y no obedece reglas definitivas. Autores como Maldonado (2005) proponen analizar el papel de estas comunidades en conocimientos determinados proponiendo estudiar la importancia de sus redes, sus comunidades y cómo influyen estas relaciones en los aspectos más generales de las políticas. Podemos detectar que la discusión central en relación a las redes sociotécnicas o de conocimiento en otras áreas de investigación se centra en la importancia de las redes en el procesamiento de producción y transmisión del conocimiento. Bruno Latour (2001) menciona que,

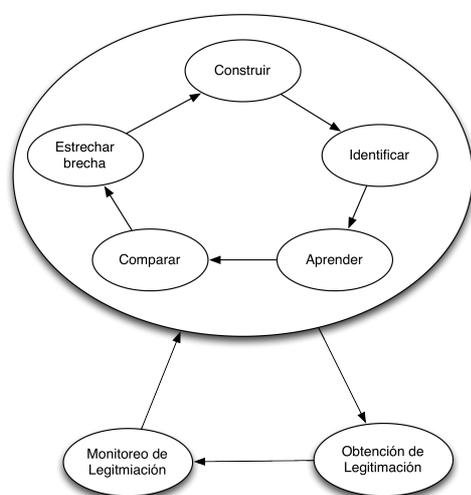
“[...] incluso la forma de los humanos, de nuestro propio cuerpo, está en gran parte compuesta por negociaciones sociotécnicas y artefactos. Concebir de manera polar a humanidad y tecnología es desear una humanidad lejana: somos animales sociotécnicos y cada interacción humana es sociotécnica. Nunca estamos limitados a vínculos sociales [...] Como mínimo espero haberte convencido de que, si nuestro desafío va a ser atendido, no lo será considerando a los artefactos como cosas. Merecen algo mejor. Merecen ser alojados en nuestra cultura intelectual como actores sociales hechos y derechos. ¿Median nuestras acciones? No, ellos son nosotros” (Latour, 2001, p. 382).

Callon (1998), por su parte, en sus estudios del vehículo eléctrico en Francia, se enfoca en los procesos de negociaciones entre entidades ubicadas dentro de las redes sociotécnicas donde todo se vuelve negociable. Recientemente se han realizado estudios que proponen demostrar la influencia que existe por parte de determinados grupos de investigación (elementos actores de la red sociotécnica) en el desarrollo de la ciencia y aunque durante el estudio no son mencionadas las redes sociotécnicas, éstas toman forma en la formación de los grupos descritos (Moody, 2004). Este fenómeno en particular se ha estudiado dentro de comunidades científicas en el campo de los estudios organizacionales en Brasil, principalmente por Machado-da-Silva y Edson Guarido (2010). Los autores, a partir del supuesto de que el conocimiento científico se encuentra producido y reproducido por el conjunto de actores pertenecientes al cuerpo de la ciencia, muestran cómo alrededor de los procesos de producción se tejen dos dimensiones. La primera de ellas, la dimensión social relacionada con “las interacciones sociales entre los investigadores en un determinado campo científico” (Da-Silva y Guarido, 2010 p. 136). La segunda, la

dimensión intelectual, es definida como un perfil programático expresado por “el contenido sustantivo y las referencias a otras obras que comparten un conjunto de investigadores y que es adoptado como un marco teórico válido para la práctica científica.” (Da-Silva y Guarido, 2010 p. 136). A partir de esta división de dimensiones se muestra cómo la estructura organizativa apunta hacia un condicionamiento de la dimensión intelectual por parte de la dimensión social. La interacción entre las dimensiones sociales e intelectuales extrapola no sólo las relaciones más inmediatas sino también la de los grupos sociales (Da-Silva y Guarido, 2010) permitiendo una participación más amplia en la dimensión intelectual entre los diferentes grupos de investigadores.

Por su parte, Hussayn, Taylor y Flynn (Hussain, Taylor, & Flynn, 2004) realizan un estudio de caso de los procesos de legitimación llevados a cabo en el desarrollo de sistemas de información a partir del modelo de legitimación de actividades y de la teoría de estructuración de Giddens.

Figura 6. Modelo de LAM



Fuente: Flynn y Hussain, 2004

Morales, Gaytán y Aguado (Morales & López, 2010) analizan a las ciencias sociales desde tres ejes: la epistemología de la producción científica social, la construcción de la legitimidad de los científicos través de sus publicaciones y el estudio de los indicadores más importantes para América Latina generados por la Cienciometría (Redalyc y SCIELO). La revisión que los autores realizan desde el

campo científico los llevan a reconocer que “se van entretejiendo redes de colaboración, las cuales conforman distintos investigadores, de uno o varios países, con el fin de compartir su labor para hacerse más productivos, las redes intercambian y desarrollan en conjunto información de manera estructurada, lo que da como resultado una jerarquización de acuerdo al rol y a la participación de cada científico. Las redes pueden ser cerradas o bien abiertas cuando el trabajo se comparte con varias disciplinas o instituciones” (Morales & López, 2010, p. 6).

La legitimación del conocimiento científico también ha sido estudiada desde los acercamientos sociológicos de Latour y Callon y de la sociología política. Howard (2004) realiza en su trabajo de la tesis doctoral un acercamiento a los procesos de legitimación en la Astronomía. En este trabajo Howard (2004) logra explicar los procesos y actividades de las prácticas de emergencia y de legitimación de la Astronomía encontrando factores externos e internos (entidades alrededor de la red) que influyen el conocimiento científico, a este proceso le llama *comunicación de dos vías*. Howard (2004) detecta dos puntos centrales en su investigación a partir de entrevistas, análisis institucionales (sistemáticos), análisis del discurso y análisis del caso en distintas entidades dedicadas a la investigación en esta disciplina, las cuales pueden ser sintetizadas en dos ideas centrales: a) la construcción de delimitantes o fronteras de trabajo (como el posicionamiento de la astronomía alrededor de ciencias ya establecidas¹⁶ como las matemáticas y la física pero siempre alejadas de prácticas no científicas como la astrología) y, b) las prácticas de popularización de la ciencia como soporte para que la astronomía emerja y se legitime como disciplina.

Los resultados encontrados por Howard (2004) en la detección de factores externos alrededor de la legitimación de las prácticas científicas como la astronomía nos dota de elementos importantes. Nos recuerda principalmente que la red se dota de elementos que al parecer se encuentran fuera de ella pero que a partir de procesos de asociación se forman conexiones que permiten la legitimación del campo de la astronomía. Ferreira (2007) propone una interesante metodología pero, de acuerdo a lo esperado por la Teoría del Actor Red, se equivoca al intentar interpretar sus descripciones y sus análisis. Por su parte Howard (2004) nos sugiere que es posible trabajar desde distintas metodologías mientras éstas doten a la red de elementos y asociaciones que se forman y transforman dentro de la red.

¹⁶ En este sentido Latour apunta que en las sociedades modernas donde existe una posición hegemónica de la ciencia una actividad acordada o cobijada bajo el estatus de ciencia es automáticamente respetada.

Pese a que la mayoría de los trabajos mostrados toman en cuenta a las redes sociotécnicas o de conocimiento y su repercusión en el conocimiento científico y tecnológico, ninguna de ellas profundiza en las relaciones de comunicación como un elemento fundamental en la legitimación del conocimiento científico. Más aún, se le sigue dotando de un gran valor al sujeto de conocimiento dentro de la red, lo que va en contra, como veremos más adelante, de la visión que adopta y propone la teoría del Actor Red. Por lo tanto, esta investigación toma a la red sociotécnica y sus prácticas (reflexivas y de comunicación), como elementos centrales en los procesos de construcción del conocimiento científico, particularmente se centra en la formación y transformación de relaciones capaces de definir la legitimación del conocimiento científico a partir de su reducción a su aplicabilidad tecnológica.

Ahora bien, dentro del marco de los estudios de la Maestría en Comunicación de la Ciencia y la Cultura, es importante recalcar que la presente investigación ha tomado como ejes centrales los procesos de reflexividad y comunicación en la formación y transformación de relaciones y asociaciones que dan forma a los procesos dinámicos del objeto de estudio presentado o red sociotécnica. Es decir, se ha puesto precisamente el énfasis en las formas de comunicación de la ciencia. La reflexividad formada individualmente o durante la formación de grupos (ver Capítulo II) es entendida como un término genérico que agrupa aquellas actividades intelectuales y afectivas en las que los individuos acuerdan para explorar sus experiencias para empujar a una nueva mentalidad y valoración (Boud, Keogh, & Walker, 1985); la reflexividad es capaz de causar cambios de las actuales perspectivas conceptuales, en nuestro caso particular el concepto de legitimación alrededor de los procesos de producción del conocimiento científico. Estos procesos reflexivos y de producción social de sentido (comunicación) configuran y modifican las relaciones y los mapas de la red sociotécnica presentada en esta investigación. Particularmente las nuevas relaciones, la formación de nuevos lazos, y la modificación del grado de enrolamiento de cada una de las instituciones dentro del modelo de integración han logrado que surjan nuevas dimensiones y mecanismos de legitimación del conocimiento científico.

Es posible encontrar dentro de los nuevos estudios alrededor de la sociología de la ciencia acercamientos teóricos que toman como elemento central la serie de transformaciones, asociaciones y desplazamientos que se dan en cada instante dentro

de los procesos de producción y construcción del conocimiento científico. En el siguiente capítulo haremos una profunda revisión a uno de estos acercamientos que nace justo de este reensamblaje de relaciones y asociaciones dentro del mundo científico y tecnológico. Por lo tanto, en este momento, donde la red sociotécnica toma forma e importancia es pertinente realizar un acercamiento a la propuesta teórica que cobija este concepto y el resto de los conceptos que darán forma a esta investigación, tema que se desarrolla en el siguiente capítulo.

Capítulo II. Ensamblando la ciencia en el siglo XXI: un acercamiento a la Teoría del Actor Red como propuesta teórica de análisis

¿No son acaso nuestros hermanos?, ¿no merecen consideración? No comparto este sesgo y solo veo actores.

Latour, 1992: p.236.

La sociología del conocimiento científico ha sufrido con el paso de los años una serie de transformaciones en sus nociones, conceptos y recursos provocado en gran parte por el dinamismo que sufre cada una de sus partes. Gran parte de estas transformaciones conceptuales se han dado desde las líneas de investigación de sociólogos, filósofos e historiadores como Bruno Latour, Michel Callon y John Law, bajo el concepto de la Teoría del Actor Red a partir de la radicalización de viejos conceptos sociológicos y el reposicionamiento ante una nueva forma de estudiar no solo la sociología del conocimiento científico sino inclusive la heterogeneidad material de lo social. Latour y sus colegas proponen hablar de entidades que toman su forma y estructura únicamente a partir de sus relaciones con otras entidades sin importar si estas son humanas o no humanas. La totalidad de las entidades nunca estarán por encima de sus partes por lo que para lograr entender la totalidad de los procesos alrededor del conocimiento habrá que aprender a describir primero siempre la red desde donde se desarrolla. En este capítulo daremos forma precisamente al conjunto de ideas y formas que engloban los estudios alrededor de la Teoría del Actor Red. Es importante aclarar al lector desde este momento que se caminará en un terreno pantanoso donde con el simple hecho de contravenir numerosos postulados altamente aceptados, los autores de la Teoría del Actor Red toman un tipo de discurso que adopta un lenguaje deliberadamente complejo (Domenech y Tirado, 1998).

2.1. Repensando lo social en los estudios sociológicos de la ciencia

Como ya hemos visto anteriormente, los trabajos alrededor de la sociología de la ciencia han tomado dos grandes líneas de investigación: la primera de ellas inspirada

en los trabajos de Robert Merton y la segunda de la mano de Pierre Bourdieu y el campo científico. En ambas líneas existe un enorme intento por hacer de lo social una materia primordial y elemental (sino es que única) de la composición del cuerpo de la ciencia o el campo científico. En este sentido lo social se designa “como un estado de cosas estabilizado, un conjunto de vínculos que, luego, podrá ser puesto en juego para explicar algún otro fenómeno” (Latour, 2005, p. 18). Sin embargo, desde hace muchos años nos hemos encontrado en situaciones dónde lo tecnológico y los productos de la ciencia se han encontrado envueltos en gran parte o en toda actividad humana¹⁷, de tal manera que ha dejado de ser claro si las relaciones siguen siendo lo suficientemente específicas como para llamarles exclusivamente sociales, dado que “lo social parece estar diluido en todas partes, y sin embargo en ninguna en particular” (Latour, 2005, p. 15). Lo anterior significa que todo es sociedad y que todas las cosas son sociedades. Y es bastante llamativo que la ciencia, por una secuencia lógica de sus movimientos anteriores, tienda a generalizar extrañamente la noción de sociedad. Si se habla de sociedades celulares, ¿por qué no hablar de sociedades estelares? Por no mencionar sociedades de estrellas, sistemas solares. Todas las ciencias parecen destinadas a convertirse en ramas de la sociología (Tarde, 1961).

Un ejemplo claro de estos nuevos procesos de socialización mediados se pueden observar durante la interacción de los usuarios en las llamadas redes sociales de la Web 2.0 o Internet. Esta nueva dimensión ha transformado nuestro concepto de sociedad de tal forma que lo social deja de ser una especie de pegamento entre sus componentes y se vuelve aquello que está pegado por muchos otros tipos de conectores, a manera de un fluido circulante (Tarde, 1961). De esta manera, argumenta Latour, “es posible mantenerse fiel a las intuiciones originales de las ciencias sociales al redefinir la sociología no como la ciencia de lo social sino como el rastro de asociaciones. En este significado del adjetivo, lo social no designa algo entre cosas, como una oveja negra entre ovejas blancas, sino un tipo de relación entre estas cosas que inclusive pueden no ser sociales en sí mismas” (p. 19).

Este tipo de relaciones no solo se da entre humanos sino que puede darse entre enlaces químicos, ensamblados políticos, descubrimientos científicos, movimientos sociales, enlaces legales, etc. Lo social, desde este punto de vista, es capaz de designar un movimiento, un desplazamiento, una transformación o una nueva

¹⁷ La ciencia y la tecnología producen objetos híbridos que podemos decir pertenecen al campo de lo social y de lo natural.

asociación (Latour, 2005). Estamos hablando entonces de un dinamismo social que en cada instante tiene la necesidad de reordenar dinámicamente nuestras concepciones de lo que estaba anteriormente asociado. Lo social se vuelve visible únicamente por los rastros producidos al formar una nueva asociación entre elementos que en sí mismos no pueden ser del todo sociales. Esta concepción de lo social se vuelve mucho más amplia y dota la capacidad de explorar y rastrear nuevos desplazamientos o asociaciones junto con el diseño de sus ensamblados (Latour, 2005). Por lo tanto, estas asociaciones, como lo explicaremos más adelante, permiten que los objetos de la ciencia y la tecnología se vuelvan, en cierta manera, compatibles con lo social.

La Teoría del Actor Red (TAR), también conocida como sociología de las asociaciones, sociología de la traducción o sociología de la innovación, nace de este reensamblado de lo social y propone seguir y rastrear estas nuevas asociaciones en el análisis del mundo científico y tecnológico mirando el conjunto de agregados partícipes y las maneras en que éstos se encuentran relacionados o ensamblados. En el momento en el que profundizamos en los modos en que circula, no solo la ciencia sino todo el entramado de construcción y de legitimación del conocimiento científico, seremos capaces “de reconstruir, vaso sanguíneo tras vaso sanguíneo, la totalidad del sistema circulatorio de la ciencia. La noción que nos presenta una ciencia aislada del resto de la sociedad se volverá tan carente de sentido como la idea de un sistema de arterias desconectado del sistema venoso” (Latour, 1999 p. 99).

Esta posición de la TAR no significa tampoco que se acepte el hecho de que existe una total construcción social de la realidad ni mucho menos se sitúa en una posición intermedia entre los factores científicos y los sociales. Lo que la TAR busca precisamente es la eliminación de esta división (Latour, 1999). Si lo social permanece estable y es usado para utilizar un estado de cosas, no es Teoría del Actor Red (Latour, 2005). La TAR intenta traer al mundo de la sociología nuevas soluciones para viejas preguntas. Parte de estas viejas preguntas nacen del interés de autores como Callon y Latour por eliminar las dicotomías que tradicionalmente se han encontrado en los análisis sociológicos, tales como naturaleza–sociedad, macro–micro o sujeto–objeto. De aquí nace un concepto central en la propuesta teórica de la TAR, la noción de la *sociología simétrica*, noción que surge por la necesidad de reconocer la heterogeneidad de los objetos que forman parte de nuestra realidad.

El origen del concepto de simetría como elemento de la praxis sociológica se puede encontrar en el trabajo de David Bloor (1991) bajo la publicación del artículo *Knowledge and Social Imaginary*. Bloor actualmente es director de la Unidad de Estudios de la Ciencia en Edimburgo, formado en filosofía y matemáticas ha llevado a cabo investigaciones en filosofía de la ciencia principalmente sobre el debate Kuhn / Popper, la sociología del conocimiento científico y de la filosofía de Wittgenstein. Sus trabajos alrededor de la sociología del conocimiento han sido los más destacados de sus estudios. Dentro de éstos y junto con el sociólogo inglés Barry Barnes, fueron las figuras principales del llamado Programa Fuerte en los estudios del conocimiento científico. Los estudios de Bloor tenían como primer propósito superar el panorama conceptual que en la década de los cincuenta y hasta los setenta reinaba alrededor de los estudios sociológicos del conocimiento científico principalmente impulsado por Robert Merton. Esta visión Mertoniana abogaba en continuar con los estudios únicamente del error, lo falso o lo irracional (Domenech, 1990), es decir, una “sociología que toma como objeto de análisis la ideología, las falsas creencias y los prejuicios, pero nunca la verdad” (Domenech y Tirado, 1998 p.16).

Es en su texto de *Knowledge and Social Imaginary* en donde Bloor propone cuatro principios constitutivos para el desarrollo de una sociología completa del conocimiento: causalidad, imparcialidad, simetría y reflexividad. El principio de causalidad propone que la investigación debe “interesarse en las condiciones que dan nacimiento a las creencias o a los estadios del conocimiento observados”; siendo el sociólogo quien logre establecer relaciones "entre causas y efectos, como cualquier otro científico” (Bloor, 1991 p. 5). Es imparcial con respecto a la verdad y falsedad, la racionalidad y la irracionalidad, el éxito y el fracaso, ambos lados de estas dicotomías requieren de explicaciones. Es simétrica en su estilo de explicación, los mismos tipos de causas explican las creencias falsas y verdaderas. Se espera entonces una separación de los tradicionales conceptos de verdad, racionalidad u objetividad y por lo tanto un cuestionamiento a la separación de lo social en la producción del conocimiento científico.

Es justo con estos principios donde Bloor considera que la sociología debe ser capaz de lograr de un modo completo el estudio sociológico del conocimiento, una sociología simétrica donde exista un único estilo de implicación y se logre superar la noción de la sociología del error. Finalmente, el principio de reflexividad postula que

estos modelos explicativos deben aplicarse a la sociología misma (Bloor, 1991). La noción de simetría adoptada principalmente por David Bloor requiere un “claro desapego de los conceptos de verdad, racionalidad u objetividad y un cuestionamiento firme de la manera tradicional de plantear la ciencia” (Domenech y Tirado, 1998 p. 17). Esta ruptura plantea a la ciencia como una red de entidades dentro de un colectivo que logran conformar una forma determinada de entender y plantear la realidad, por lo que la distinción entre lo verdadero y lo falso debe de pasar a segundo plano y debemos de centrarnos en el conjunto de entidades que conforman la cultura científica. En esta cuestión lo verdadero y lo social no se vuelven clases diferentes. El hecho de que algo se convierta en verdadero también debe de ser tarea de un análisis sociológico y comunicativo.

Estos cuatro principios constitutivos de la sociología del conocimiento, que posteriormente formaron el Programa Fuerte de Bloor, fueron capaces de demostrar que existen redes de expectativas e intereses que determinan las creencias que guían la observación y que afectan también a los resultados de la ciencia y su evaluación (González y Sánchez, 1988). Estos supuestos concluyen que el éxito de una teoría depende directamente de la habilidad de posicionar los ideales y normas científicas en los recursos cognoscitivos, simbólicos y económicos de la comunidad científica. Estas causas se convierten en procesos de interacción y articulación de intereses que actúan como condicionamiento y estructuración de los procesos y productos de la ciencia. Bloor (1991) detecta tres tipos de intereses: profesionales, comunitarios y sociales, los cuales no actúan de una manera independiente sino interconectados entre sí de tal manera que son capaces de condicionar la red teórica de la ciencia.

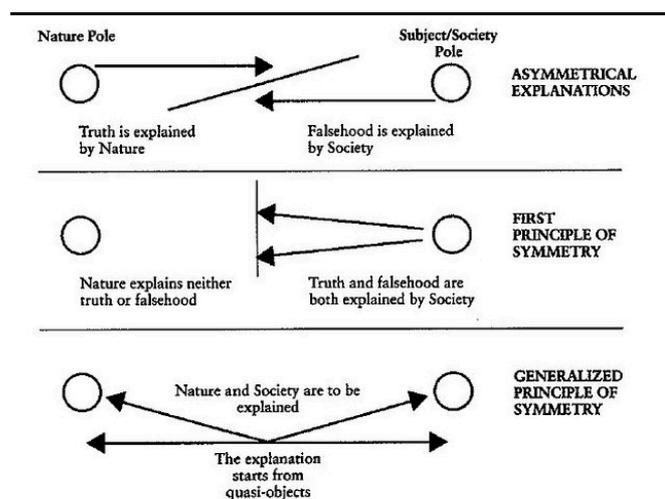
2.2. La radicalización del principio de simetría: causas y consecuencias

Inspirados en el principio de simetría, Bruno Latour y Michael Callon radicalizan esta idea y proponen no solo eliminar las fronteras explicativas entre las creencias verdaderas y falsas sino también afrontar en este mismo sentido las dualidades naturaleza/sociedad y humano/no-humano desde donde se fabrican y evolucionan nuevas redes de asociaciones como resultado de un conjunto de relaciones.

El segundo principio es el de simetría generalizada. Es similar al principio de simetría de D. Bloor pero considerablemente ampliado. Su objetivo no es sólo explicar los puntos de vista y argumentos enfrentados en una controversia científica o tecnológica en los mismos términos, pues sabemos que los ingredientes de las controversias son una mezcla de consideraciones sobre la Naturaleza y la Sociedad. Por esta razón requerimos que el observador use un mismo repertorio cuando las describa. El vocabulario elegido para estas descripciones y explicaciones puede dejarse a la discreción del observador. Una vez que ha optado por un vocabulario de traducción sabemos que su narración no es ni más ni menos válida que cualquier otra. Pero, dado el principio de simetría generalizada, la regla que debemos respetar es no cambiar de registro cuando nos movemos de los aspectos técnicos del problema estudiados a los sociales (Callon, 1988 p.261).

Así, en la reivindicación y radicalización de este principio son los dos polos, el de naturaleza y el de sociedad los que se deben abandonar como principios explicativos. La siguiente figura muestra la evolución del principio de simetría. Desde la separación de los polos explicativos (explicaciones asimétricas) donde la verdad puede ser únicamente explicado por la naturaleza y la falsedad por la sociedad hasta el principio de simetría radicalizado o generalizado desde donde se producen nuevas asociaciones y configuraciones.

Figura 7. Principio de simetría generalizado



Fuente: Latour, 1993 p. 95.

La eliminación de este tipo de distinciones entre naturaleza y sociedad logra abrir el debate sobre el carácter de *agencia* (Callon & Law, 1998), elemento que hasta este momento se encontraba ciertamente centrado en las cualidades exclusivas del ser humano. La problematización generada por el hecho de preguntarse por la agencia no humana rompe con todas las normas anteriores que las ciencias sociales habían utilizado para sus principios explicativos. La agencia “tal y como es vista a través de las ciencias humanas, es la reunión de aquellas cosas en las que se dice reside nuestra humanidad – un abanico de prácticas y de capacidades subyacentes” (Lee y Brown, 1998 p. 219). Son justamente estas practicas y capacidades las que han alcanzado a las ciencias sociales para distinguir la agencia humana de la no humana. Ante este estado de purificación, Latour (1983) se propone la eliminación de estas distinciones provocando una amenaza directa a la singularidad humana: su agencia.

Este movimiento pone entre paréntesis todo lo entendido anteriormente y sitúa al mismo nivel las entidades humanas y no humanas produciendo nuevas narrativas y configuraciones. Los contenidos de la ciencia serán ahora filtrados a partir de la heterogeneidad de sus partes, de sus procesos de formación, de sus relaciones y asociaciones y de su dinamismo, “debemos de evitar creer que la gente, los empresarios o las máquinas son categorías que se dan de manera natural” (Bijker, 1992 en Lee y Brown, p. 223). Para esto será necesario introducir más adelante nuevas concepciones y nuevos significados a viejos conceptos. Siguiendo la trayectoria de los contenidos daremos forma a esta sociología de las asociaciones y se planteara a la agencia como un efecto o producto independiente del objeto, aparentemente natural, que la reproduzca.

Discrimina entre lo humano y lo inhumano. No comparto este sesgo y solo veo actores – algunos humanos, algunos no – humanos, algunos especializados, algunos sin especializar- que intercambian sus propiedades (Latour, 1992 p. 236).

La inspiración de ver a la agencia como efecto o producto nace inspirada de los textos de Foucault donde se marcan actitudes antiesencialistas respecto a las entidades naturales que las ciencias toman como objetos preexistentes. Foucault (1979 en Latour 2005) determina que los objetos que son considerados aparentemente naturales no son sino efectos de practicas objetivadoras. El poder, cuando se ejerce a

través de mecanismos sutiles, no puede hacerlo sin formar, sin organizar y poner en circulación un saber, o mejor, unos aparatos de saber que no son construcciones ideológicas. El *poder* (genealogía básica) de acuerdo a Foucault se encuentra en todas partes: no es que lo englobe todo, sino que viene de todas partes. En este momento, con el nacimiento de nuevas asociaciones y nuevas figuras, se desplaza la capacidad de agencia de los elementos humanos a diferentes tipo de actores que son capaces de transportar la acción hasta nuevos modos u otros tipos de fuerzas o entidades (Latour, 2005). No es de extrañarse entonces que el concepto de poder en términos de dominación, enrolamiento y lucha formen parte fundamental de la Teoría del Actor Red en sus análisis alrededor de los procesos de producción del conocimiento científico. En la práctica, “lo que hace que un cuerpo, unos gestos, unos discursos, unos deseos sean identificados y constituidos como individuos, es en sí uno de los primeros efectos de poder (Foucault en Domenech & Tirado, 1998 p. 144).

Los autores exponentes de la sociología simétrica radicalizada entienden esta concepción donde lo social no es suficiente para entender la dinámica del cuerpo de la ciencia y dotan de valor a los elementos no-humanos u objetos. El problema del poder en los estudios sociológicos de la ciencia es seguramente uno de los problemas más estudiados en este campo, siendo la ciencia

[...] un terreno particularmente potente para el ejercicio de la política por otros medios. La lección que debe extraerse es, sin embargo, de carácter más general. El poder puede ser visto como un efecto de la creación de una red de agentes móviles, durables aunque tratables, que han sido enviados en compañía unos de otros. Un texto por sí mismo podría ser ignorado. Una persona podría ser rechazada. Un mecanismo se oxidará. Pero si los tres son puestos juntos, puede ser, como sugiere el caso de Pasteur, más difícil ignorarlos. Bajo las circunstancias adecuadas, el efecto es el del poder (Law, 1986 p.102).

Romper con las concepciones clásicas de la sociología de la ciencia plantea un reto complicado a todos los estudiosos de la Teoría del Actor Red, plantea principalmente encontrar en las asociaciones de elementos heterogéneos el tejido que es capaz de atar a la sociedad en una totalidad. Así, dentro de este reensamblado social traído por la Teoría del Actor Red se define a un actor no como una fuente de acción sino como el blanco móvil de una enorme cantidad de elementos que

convergen hacia él (Latour, 2005). De esta manera, cuando el actor habla nunca sabremos a priori quién y qué está actuando cuando se desenvuelve. “Un actor en un escenario nunca actúa solo” (p.46), un actor se encuentra lleno de incertidumbre en referencia al origen de su acción que puede estar llena de elementos heterogéneos. Al elemento que representa la mayor fuente de incertidumbre respecto del origen de la acción se le conoce como *actor-red*. Un actor-red es, simultáneamente, un actor cuya actividad consiste en entrelazar elementos heterogéneos y una red que es capaz de redefinir y transformar aquello de lo que está hecha (Callon, 1998). Ser un actor, de acuerdo a Latour (2005), significa simple y sencillamente volverse en una mediación, un evento o un movimiento compuesto por una gran variedad de entidades dirigiéndose en una dirección. Un claro ejemplo donde esta capacidad de agencia se encontró desplazada y delegada a distintos tipos de actores es el estudio llevado a cabo por Bruno Latour alrededor del caso de Pasteur, donde hace notar que un laboratorio es capaz de reorganizar la vida social de un campo al convencer a distintos actores de gran escala que es el legítimo portavoz de nuevas y poderosas entidades (Latour, 1983). El laboratorio de Pasteur es entonces colocado como un punto de paso obligado dentro de la red.

Cómo ya se ha visto, la radicalización del concepto de simetría habla de entidades¹⁸ que únicamente toman forma después de un complejo resultado de relaciones con otras entidades que nacen de redes heterogéneas compuestas por materiales diversos. El concepto de heterogeneidad toma forma en las entidades que a través de las relaciones o asociaciones con otras entidades toman su forma, significado y atributos. Esto quiere decir que anterior a estos procesos de asociación, estas entidades no poseen una cualidad inherente o a priori. La heterogeneidad de las partes será considerado siempre previa a la unidad del todo. El planteamiento, ahora, es mucho más simple: individuos, hechos, estructuras o relaciones son productos, efectos a posteriori; configurados por las relaciones que son capaces de establecer o sufrir (Domenech & Tirado, 1998). El proceso mediante el cual las partes (dinámicas, transformadoras y transformantes) se convierten en la totalidad (el dinamismo de sus partes sugieren constantemente una búsqueda de totalidad) se le nombra *traducción o ensamblaje* y es en este punto donde se establece el propósito del principio de

¹⁸ Una entidad en TAR puede ser concebida como un elemento, un objeto o un grupo inclusive heterogéneo de éstos. Existen entidades semióticas, naturales, humanas, no-humanas, tecnológicas y materiales.

simetría radicalizado: entender la dinámica interna de los componentes y relaciones de las totalidades.

La traducción es el mecanismo por el cual los mundos social y natural toman forma progresivamente. El resultado es una situación en la cual ciertas entidades controlan a otras. Comprender lo que los sociólogos por lo general llaman relaciones de poder significa describir la manera como se define a los actores, cómo se les asocia y simultáneamente se les obliga a permanecer fieles a sus alianzas. El repertorio de la traducción no sólo está concebido para dar una descripción simétrica y tolerante de un proceso complejo que mezcla constantemente una variedad de entidades sociales y naturales. También permite una explicación de cómo unos pocos obtienen el derecho de expresar y representar a los numerosos actores silenciosos de los mundos natural y social a los que han movilizado (Callon en Domenech y Tirado, 1998 p. 22).

De esta manera, la traducción se entiende como la lectura que los propios constructores de los hechos le dan a sus relaciones o negociaciones (Latour, 1987). De hecho, la traducción es uno de los sistemas de transformación (Serres, 1974) que nos permiten conocer el ensamblaje que comprenden las totalidades. Estos procesos de traducción se harán visibles en todas las negociaciones entre agentes, formaciones de grupos, enrolamientos y asociaciones entre elementos en cada uno de los procesos de construcción del conocimiento. Son estas traducciones las que darán forma y tejerán gran parte de nuestra red. Estas transformaciones serán capaces de movilizar entidades que al parecer parecían inmóviles en los estudios tradicionales en sociología de la ciencia y el conocimiento. Todas las negociaciones, formaciones, enrolamientos y asociaciones gracias a las cuales se va tejiendo una red, forman parte de los procesos de traducción.

A continuación intentaré, a partir del análisis desarrollado por Latour (1998), dar un breve ejemplo de cómo encontrar sencillos procesos de traducción. Considerando el panorama actual en relación a las políticas del manejo de la información en internet, distintos medios han intentado a través de diversos programas frenar el libre tránsito de la información en la web. Más recientemente se

lanzó en Estados Unidos el Sistema de Alertas del Copyright¹⁹. El objetivo es muy sencillo: frenar la piratería en línea de contenidos con derecho reservado basado en alerta a los usuarios. Este programa genera como primer paso una alerta inicial hacia los usuarios. El usuario entiende esta alerta no como un proceso de concientización que debe de realizar sino como una molesta ventana que aparece en su navegador. El significado de la declaración es transformada por el usuario y el mismo sistema tiene que cambiar o transformar la declaración para cumplir con su objetivo. Sucesivamente, el usuario transforma las nuevas declaraciones y el sistema se verá obligado a transformar nuevamente su declaración. Este pequeño ejemplo nos muestra no solo cómo visualizar transformaciones o traducciones sino que para entender, por ejemplo, la totalidad del procesos de modificación de conducta del usuario, habrá que seguir los rastros que van dejando los actores durante su acción dentro del programa.

Existe un momento en estos procesos de traducción donde la naturaleza de las entidades se encuentra justo en una posición entre sujeto y objeto. Una posición intermedia, una posición frágil, efímera, que rápidamente será traducida y convertida en otra distante (Domenech y Tirado, 1998). En este momento no sabemos si son seres o relaciones, a esto Serres (2007) lo llama *cuasi-objeto* o *cuasi-sujeto*. Este nombramiento corresponde únicamente a una manera de conceptualizar el momento en que una entidad es traducida y que posteriormente cambiará su definición. Así, los procesos de traducción se convierten en complejas negociaciones, formación de identidades, intereses, cursos de acción (p. 337), creación de puntos de paso obligado, ordenación, distribución e inclusive desplazamientos de entidades a través de redes desde donde se tejen nuevas entidades que los constructores de los hechos realizan a sus intereses.

2.3. Un mapa muy dinámico: movilizaciones y formaciones de grupo en la Teoría del Actor Red

Los intereses en los ámbitos científicos y tecnológicos son tratados por la Teoría del Actor Red bajo el concepto de enrolamiento, entendido como el mecanismo por el cual se define y asigna un conjunto de roles interrelacionados a actores que los aceptan. Describir el enrolamiento es describir el conjunto de negociaciones

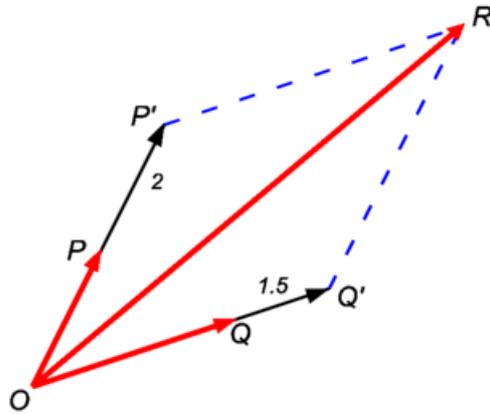
¹⁹ Tomado de <http://www.copyrightinformation.org/the-copyright-alert-system/>.

multilaterales, juicios de fuerza y trampas que acompañan a los mecanismos de interesamiento y les permiten tener éxito (Callon & Law, 1998); sin embargo, la finalidad de la TAR no es establecer un conjunto de reglas retóricas para la construcción de intereses imputados, sino descubrir cómo los actores se enrolan unos a otros, y por qué algunos tienen éxito mientras que otros no lo tienen (Callon y Law, 1998). El estudio de Pickering (1987) en relación a la construcción de intereses y sus transformación en el campo de la física de altas energías sigue esta misma línea de los procesos de enrolamiento y traducción. Michael Callon desarrolla una precisa descripción de cómo dentro del ámbito científico los propios investigadores se posicionan como enroladores de las entidades participes en los procesos de construcción del conocimiento. De hecho Callon (1998) afirma que en el caso de la introducción del coche eléctrico, los ingenieros participes en el proceso “no solo determinaron el repertorio de entidades que debían enrolar y las historias en las cuales tomarían parte, sino también su tamaño relativo” (p. 147). Son los investigadores que a la hora de luchar por su meta movilizan sus relaciones, forman grupos, se asocian y enrolan el repertorio de entidades que circulan a su alrededor.

Al conjunto de asociaciones, relaciones y prácticas que se forman a partir de las negociaciones, distribuciones y cursos de acción entre distintas entidades (académicas, industriales, políticas y agentes que colaboran conjuntamente en el trabajo científico), se le da el nombre dentro de la teoría como *actor mundo* o particularmente para esta investigación se les llamara *redes sociotécnicas*. Estas entidades dadas alrededor de los procesos de legitimación del conocimiento científico se convertirán posteriormente en mi conjunto de observables (ver Capítulo III). Estas nuevas o ya existentes entidades son capaces de ver modificada su capacidad de agencia dependiendo de los procesos de traducción por los que atraviesen. Al igual que un vector²⁰ (Figura 8) “pueden tener o presentar una direccionalidad según el momento en que sean descritos, según la ordenación o distribución en que aparezcan” (Domenech & Tirado, 1998, p. 118).

²⁰ Un vector cartesiano presenta una longitud, una dirección y un sentido que pueden modificarse de acuerdo al momento en que es medido y la fuerza con la que actúa.

Figura 8. Vector cartesiano



Fuente: Elaboración propia

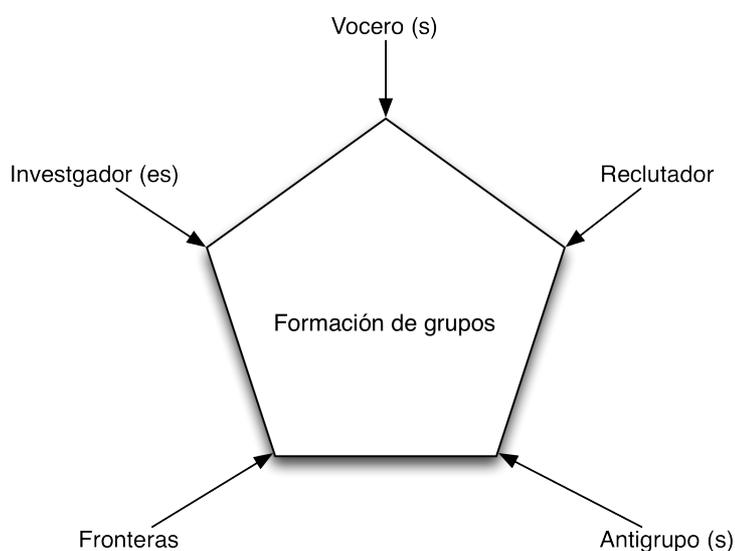
Trabajar en el ambiente de la TAR significa seguir a sus actores, dejarlos construir su propio vocabulario, sus propios mundos y sus propias categorías. Solo es hasta después que se le podrá preguntar cómo es que realizó estas asociaciones. La TAR permitirá siempre que sea el actor y no el investigador quien defina la gama de relaciones y controversias en las que están sumergidos permitiendo la observación de las actividades construidas en la formación, y desmantelamientos de las asociaciones, ellos trazarán los hilos que permiten las asociaciones entre entidades y no solo de un marco de referencia estático que funcione como punto de partida sino de varios marcos dinámicos y cambiantes.

De acuerdo a Bruno Latour (2005), la diferencia entre el teórico social tradicional y el teórico de la sociología de las asociaciones o teórico TAR, consiste en que el primero de ellos comienza su proceso de investigación limitando el tipo de grupo y de análisis en el que se concentrará (su regla es el orden), mientras que el segundo sigue el camino de los propios actores siguiendo los rastros que deja su actividad de formar y desmantelar grupos. Para la TAR, la formación de un grupo o grupos deja muchísimo más rastros a su paso que las conexiones ya establecidas que, por definición, podrían mantenerse mudas e invisibles (Latour, 2005). Estar relacionado con un grupo u otro es un proceso continuo, hecho de vínculos inciertos y frágiles, llenos de rastros que dejan durante su formación o su desmantelamiento. Por lo que la construcción a priori de un grupo y de su contenido no se espera en una

investigación bajo la TAR: no hay grupos, solo formación de grupos, donde el punto de partida se empiezan a formar justo cuando se empiezan a establecer las conexiones que conforman los actores. La constitución de estos grupos deja una lista de rastros nuevos e interesantes a su camino que nos otorga pistas de la formación y del mantenimiento de las asociaciones o relaciones creadas durante su formación. Los grupos no son cosas silenciosas, sino más bien el producto provisorio de un clamor constante hecho de las millones de voces contradictorias que hablan acerca de lo que es un grupo y de quién corresponde a cuál (Latour, 2005). Por lo tanto, existen, de acuerdo a Latour, cinco elementos que nos ayudarán a detectar o rastrear la formación de un grupo:

- 1) Durante la delineación, formación o actualización de un grupo existe forzosamente un vocero o voceros que tienen la tarea de hablar a favor de la existencia del grupo, justificando su existencia, invocando reglas y comparando definiciones.
- 2) Ningún grupo existe sin algún tipo de encargado de reclutamiento.
- 3) De cada grupo a definir existe una lista de antigrupos.
- 4) Todo grupo, no importa cuán pequeño sea, requiere un límite que delimite sus fronteras.
- 5) Los científicos sociales, las ciencias sociales, la estadística social o el periodismo social no son independientes al grupo.

Figura 9. Elementos necesarios para rastrear o detectar la formación de grupos



Fuente: Latour, 2005.

Todos estos elementos una vez movilizados pueden traer consigo una inmensa dinámica de traducciones, enrolamientos, movilizaciones (de nuevos y viejos actantes) y finalmente un desplazamiento capaz de modificar sus límites iniciales indefinidamente como resultado de toda la dinámica producida (Latour, 1999).

Figura 10. Movilizaciones dentro de la formación de un grupo



Fuente: Latour, 1999 p. 233.

Es la actividad de ensamblado lo que define al grupo, las totalidades no son las que se mueven sino que son sus partes las que se movilizan y generan los procesos de traducción, enrolamiento, entrecruzamiento y desplazamiento. Si la dinámica de asociación o de relación es detenida, los grupos, desde el punto de vista de la TAR, dejan de existir, o cómo dice Latour (2005), si un bailarín deja de bailar, se terminó el baile. Se ha de señalar en este momento que estas movilizaciones pueden ser observables desde las tres principales entidades de nuestra red sociotécnica. Se puede distinguir la formación de grupos tanto en instituciones educativas o académicas, instituciones gubernamentales o inclusive en instituciones privadas. Empresas de carácter tecnológico realizan muy seguido este tipo de formaciones. Ya sea para normalizar un formato de video (Blu-Ray), para posicionar los autos eléctricos en el mercado o para introducir la necesidad del uso de tabletas por parte de los usuarios. El caso del Blu-Ray puede ser el más sencillo de visualizar en este momento. Empresas como Sony y Philips lideraron desde el 2002 un grupo de inversionistas con el fin de posicionar su formato como estándar de los reproductores de video digital, de

hecho se creó como vocero y reclutador a la Blu-Ray Disc Association²¹. Como antigrupos tenían a Toshiba y Universal Pictures que luchaban por posicionar su propio formato llamado HD-DVD. Una continua movilización, reclutamiento y enrolamiento puede ser visto en este complejo caso de carácter tecnológico.

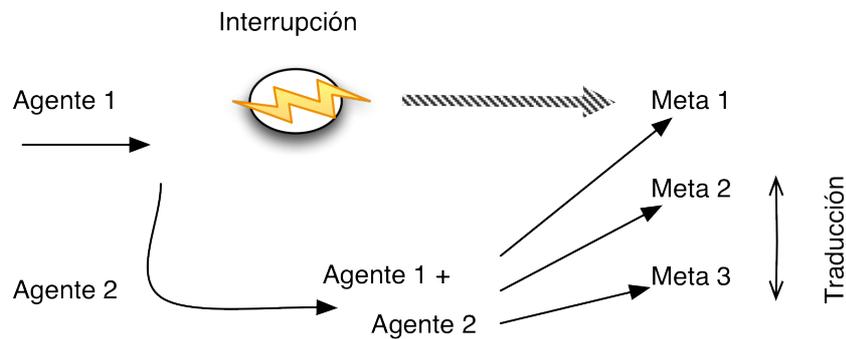
Así, los elementos o los medios que producen lo social dentro de la formación de grupos van a ser nombrados por la TAR como *intermediarios* o como *mediadores*. Un intermediario, de acuerdo a Latour, es aquello que se encarga de transportar un significado o una fuerza sin realizar una transformación en los datos (cómo una especie de puente que se evapora fácilmente), un intermediario puede estar formado de muchas partes aunque funcione como una unidad. Gracias a los intermediarios un geólogo puede transportar una muestra de suelo en textos o códigos que hagan referencia a la muestra tomada en su trabajo de campo o un matemático o físico puede transportar todo un complejo escenario en una fórmula matemática. Los mediadores por otro lado pueden no solo funcionar como unidad sino como nada, como varios o como infinito. A diferencia del intermediario, el mediador transforma, traduce y distorsiona los elementos y datos que transporta. Estos datos de entrada nunca serán igual a los de su salida y de hecho nunca se podrá predecir la salida de los datos a partir de los datos iniciales. Una cosa puede “seguir siendo más duradera y transportarse más lejos y más rápidamente si continua sufriendo transformaciones en cada etapa de esta larga serie” (Latour, 1999, p. 74) de composiciones en los procesos de producción y legitimación del conocimiento científico. Son las mediaciones técnicas²² quienes permiten las composiciones de acciones entre diversos agentes.

La Teoría del Actor Red distingue 4 tipos diferentes de mediaciones. La primera de ellas es la llamada programa de acción y es capaz de modificar o desplazar a partir de una interrupción la meta inicial del agente. Este programa de acción puede traer consigo nuevos agentes, compartiendo de esta manera la responsabilidad de la acción y la formación de nuevas metas.

²¹ <http://www.blu-raydisc.com/en/index.aspx>

²² Las técnicas actúan como modificadores de formas o transformadores de entidades. (Latour, 1999).

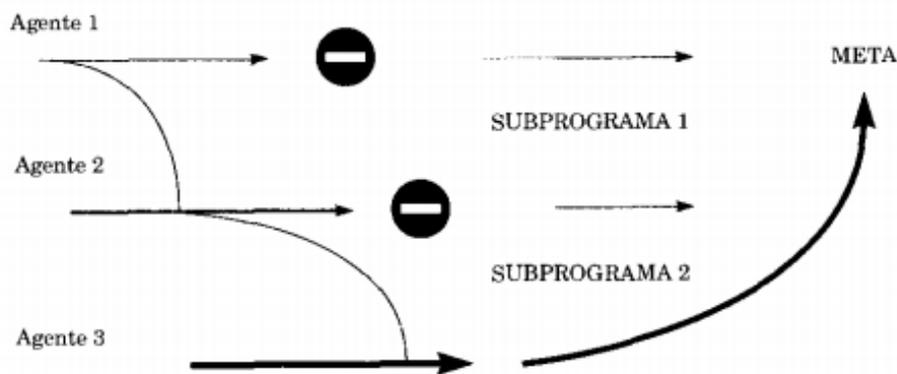
Figura 11. Primer significado de mediación: traducción



Fuente: Latour, 1998, p. 253.

El segundo significado de la mediación es la composición (Figura 11). En éste, a diferencia del primer significado se puede observar cómo la suma de agentes al programa de acción no modifica la meta original; en este caso se mantendrá a pesar de los subprogramas que cada agente traiga consigo.

Figura 12. Segundo significado de mediación: composición

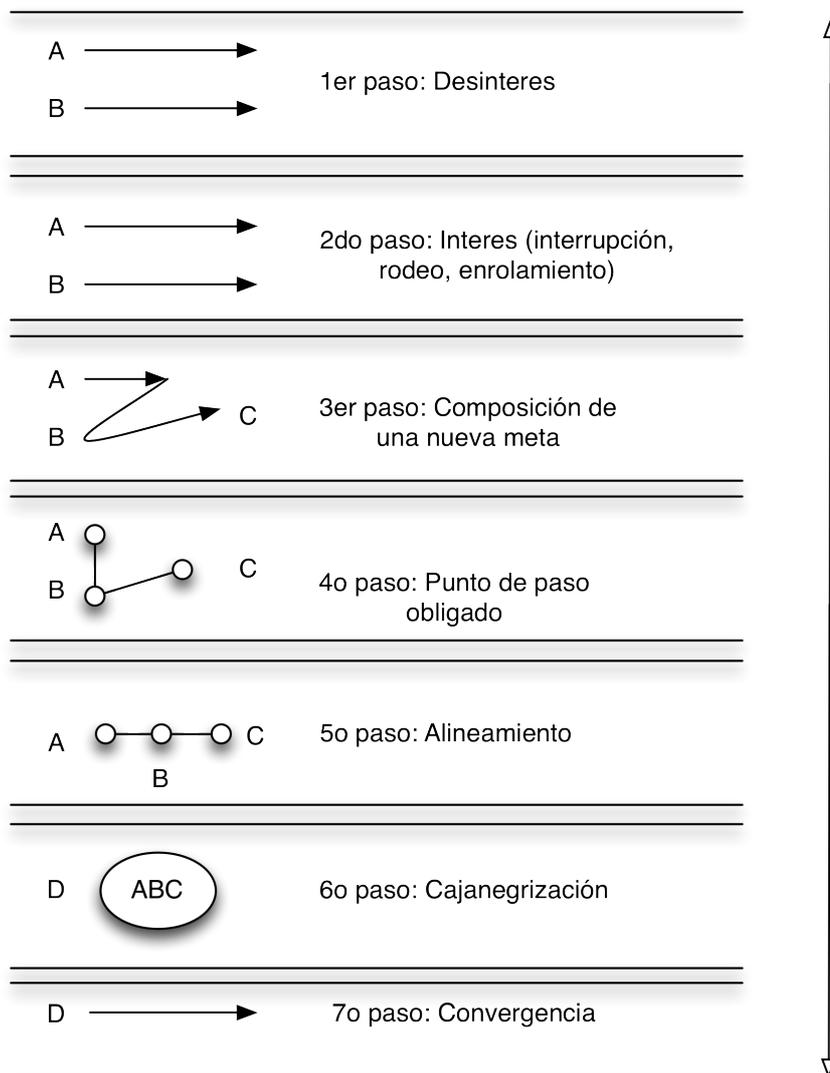


Fuente: Latour, 1999, p. 217.

El tercer significado, y uno de los más complejos dentro de la Teoría del actor Red, es el llamado de reversibilidad de cajanegrización. Este significado hace referencia al proceso en el que la producción conjunta de actores y artefactos vuelve opaca la acción realizada (Latour, 1998); esto es, se envuelve dentro de un velo negro

tanto el interior de la acción como sus componentes. En este significado se encuentran 7 pasos para lograr la mediación: desinterés, interés, composición de nueva meta, punto de paso obligatorio, alineamiento de intereses, cajanegrización y finalmente convergencia de acciones entre los distintos actores.

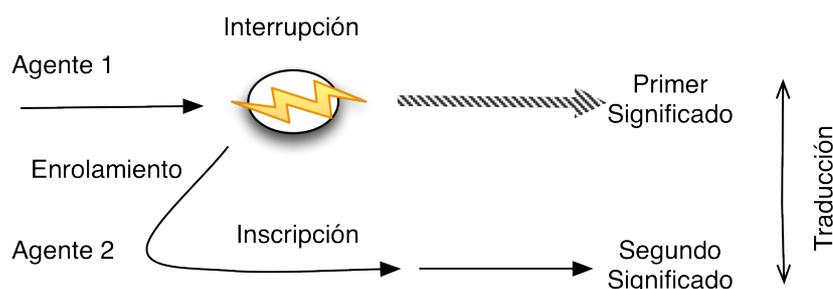
Figura 13. Tercer significado de la mediación: reversibilidad de cajanegrización



Fuente: Latour, 1998, p. 260.

Finalmente el cuarto significado de la mediación hace referencia a la delegación de la acción de un agente a otro a partir de la interrupción de la meta original y la posterior inscripción de la nueva meta a través del segundo agente.

Figura 14. Cuarto significado de la mediación: delegación



Fuente: Latour, 1998, p. 263.

El hecho de que una entidad se comporte como intermediario o como mediador es una incertidumbre que todo investigador deberá de enfrentar. Pudiera un comité editorial funcionar como un perfecto intermediario si al aceptar un artículo éste pasara sin mayor cambio ni complicación, o bien; podría comportarse como un gran mediador si éste modifica el significado de distintos elementos que el documento transporta.

En la formación de un grupo es más probable encontrar una cantidad mucho mayor de mediadores que de intermediarios, dado que son ellos los que parecen mantener el dinamismo del grupo. De esta manera, la naturaleza heterogénea de estos mediadores (que a su vez tienen la capacidad de disparar otros mediadores) e ingredientes que componen parte de los vínculos sociales, ejercen su acción como un nodo, un nodo o un conglomerado de muchos conjuntos sorprendentes de agencia: nunca estamos solos al llevar a cabo un curso de acción (Latour, 2005). Esta naturaleza de la agencia quizás no nos permita definir con certeza qué o quién nos hace actuar, pero la TAR nos permite definir una lista de aspectos que siempre estarán presentes en este tipo de incertidumbres:

- 1) Una agencia siempre se presentará como una explicación; es decir, inciden de alguna manera en un estado de cosas. No existen agencias invisibles que no

produzcan algún cambio o transformación, toda agencia siempre dejará un rastro o un relato de su acción.

- 2) A la agencia siempre se le dotará una forma o figura. A esta “figuración” la TAR le nombra como *actante*. Un actante puede estar dotado de varias figuraciones.
- 3) Los actores también se dedicarán a criticar a otras agencias.
- 4) Los actores son capaces de proponer sus propias teorías de la acción como herramienta de explicación.

Esta lista facilitará cartografías que nos ayuden a mapear los rastros formados por los mediadores (y concatenación de mediadores) e intermediarios sin importar la composición de éstos. De esta manera, la Teoría del Acto-Red busca terminar con los pensamientos lineales de los estudios tradicionales de la sociología de la ciencia con la introducción de elementos heterogéneos que conviven en la realidad social y nos ayudan a presentar una nueva visión de los productos y procesos de la ciencia. El punto de partida siempre será una asociación de estos elementos heterogéneos que nos proporcionen categorías, productos, entidades y redes de representación que inicialmente no es ni social, ni natural ni tecnológico. Los actores²³ se encuentran siempre en constante negociaciones con otros actores y en la formación, transformación y eliminación de nuevos grupos de la misma manera en que ellos son sujetos a diversas negociaciones.

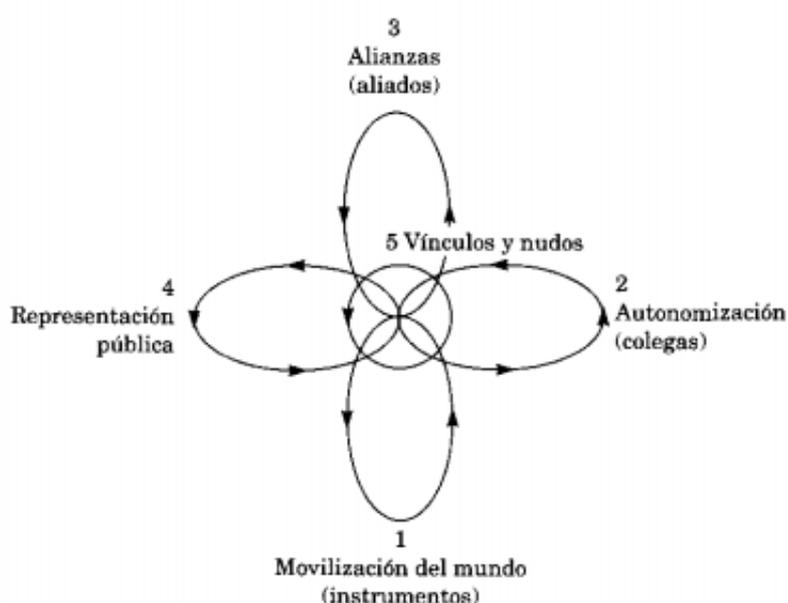
Lo que ahora nos interesa entonces es el conjunto de elementos heterogéneos que antes parecían dispersos y separados pero que comparten ahora un destino común por el simple hecho de permitirse la formación de un nuevo grupo (Latour, 1999). La Teoría del Actor Red redefine profundamente el concepto y el entendimiento de lo social a través del trazado de nuevas y diferentes conexiones que anteriormente los estudios de lo social simplemente ignoraban. La redefinición de los estudios de lo social debe de centrarse en el trazado de asociaciones entre elementos heterogéneos, en la conexión entre elementos que no son necesariamente sociales y que están llenos de dinamismo donde un mundo se encuentra compuesto de concatenaciones de

²³ Es importante notar que “si un elemento logra la manipulación de otro no necesariamente este estará causando un efecto sobre el otro sino que puede ser también la ocasión para que otro objeto empiece a actuar” (Latour, 2005 p.60).

elementos y fuerzas que transforman, traducen o modifican el significado de lo que se supone deben transportar.

Ahora bien, el dinamismo de negociaciones y asociaciones heterogéneas puede observarse en el mundo científico en lo que Latour (1999) llama como el “sistema circulatorio de los hechos científicos” (p. 120). Este modelo presenta cinco actividades que logran establecer un vínculo entre ellas de retroalimentación consigo misma, a manera de un gran bucle retroactivo²⁴, y con el resto de las cuatro.

Figura 15. Sistema circulatorio de los hechos científicos



Fuente: Latour, 1999.

De acuerdo con el esquema y a lo que expone el propio Latour (1999), el esquema se explica de la siguiente manera.

- I) La primer actividad presentada es la llamada *Movilización del mundo*. Este bucle representa todos los medios por los que los no humanos logran incluirse progresivamente en los discursos de la ciencia (Latour, 1999). Es encontrar los instrumentos, expediciones o el equipamiento que lograron

²⁴ El concepto de bucle retroactivo se encuentra formado y organizado dentro de la Teoría del Pensamiento Complejo de Edgar Morín (1998) junto con ideas como el principio de auto organización, el sistemismo y el principio hologramático. El concepto de bucle retroactivo afirma que el resultado de cada acción generará movimientos que a su vez causaran efectos como resultado de la complementariedad de la que es parte. De tal manera que los efectos o desplazamientos pasan a ser los elementos primarios del sistema activo.

movilizar el mundo científico, es decir, las distintas mediaciones puestas en funcionamiento en cada una de las actividades científicas y los espacios donde se congregan. Pueden ser por ejemplo mapas, ficheros, videos, fotografías, documentos, registros, equipamientos de laboratorio, entre otras: “todos estos son objetos de estudio cruciales para aquellos que deseen comprender la mediación a través de la cual los humanos, hablando entre sí, cada vez hablan con mayor verdad de las cosas” (p. 123). Es por esto que la característica del primer bucle refiere a escribir la historia de la transformación del mundo a partir de esta serie de mediaciones.

- II) La segunda actividad presentada concierne a la forma en que una “disciplina, una profesión, una camarilla o un colegio invisible se vuelve independiente y conforma su propio criterio de valoración y relevancia” (Latour, 1999, p. 124), es decir, se debe seguir el rastro de las profesiones, de las disciplinas y de las instituciones científicas y cómo éstas se conforman u asocian en grupos.
- III) La tercer actividad hace referencia a la detección de alianzas que dan forma a la movilidad y dinamismo del resto de los bucles. Sin estas alianzas no seria posible movilizar las diversas agrupaciones que dan forma al bucle anterior. Estas alianzas “luego, retrospectivamente, se nos antojarán inevitables [...] , es necesario trabajar el mundo social y material para que aparezcan esas alianzas que luego, retrospectivamente, se nos antojarán inevitables” (Latour, 1999, p.126).
- IV) La representación pública se presenta cómo el cuarto vinculo en este sistema circulatorio y hace referencia principalmente a la momento y la forma en que el mundo científico cultiva sus relaciones con el mundo exterior o civil (Latour, 1999) como es el caso de los periodistas, asociaciones, organizaciones civiles, amas de casa, jóvenes, entre otros.
- V) El quinto bucle o vínculos y nudos se representa las distintas conexiones realizadas entre cada uno del resto de las actividades que le dan cohesión a la circulación de los hechos científicos. Sin estos vínculos o nudos la circulación de la ciencia se hace imposible. “Haber alcanzado el quinto bucle no significa que hayamos alcanzado por fin el contenido de la

ciencia. Creer eso implicaría considerar que los cuatro anteriores no eran sino meras condiciones para la existencia de este quinto lazo.” (Latour, 1999, p.129)

La revisión de este sistema circulatorio de los hechos científicos junto con el resto de los pensamientos y elementos detectados dentro la Teoría Actor Red ha permitido detectar una serie de conceptos a partir de los cuales se rige la teoría del actor red (TAR). En el siguiente capítulo se señalarán a detalle los conceptos específicos con los que esta investigación trabaja para construir la serie de categorías y observables que serán utilizados para la investigación propiamente.

Capítulo III. Una perspectiva metodológica a partir de la Teoría del Actor Red: conceptos, categorías y observables de investigación

De repente, el Otro ya no está hecho para ser exterminado, odiado, rechazado, seducido, esta hecho para ser entendido, liberado, mimado, reconocido.

Baudrillard, 1993 p.125.

La perspectiva sociotécnica que adopta esta investigación permite realizar una revisión directa alrededor de los procesos de construcción del conocimiento científico, detectando un particular dinamismo en la aparición y modificación de relaciones y/o asociaciones capaces de transformar los distintos mecanismos de legitimación del conocimiento científico. La Teoría del Actor Red visualiza a los científicos como “empresarios multifacéticos [...] que se dedican a actividades políticas, sociológicas y económicas, además de aquellas prácticas que reciben la etiqueta tradicionalmente de científicas” (Singleton y Michael, 1993 p. 173). Ante estas pistas me gustaría recordar al lector que lo que esta investigación busca realizar es analizar desde la Teoría del Actor Red el papel de la red sociotécnica en la legitimación del conocimiento científico con la finalidad de lograr describir cómo es que estos elementos conducen a la legitimación del conocimiento científico a partir de su reducción a su aplicabilidad tecnológica.

Es importante mencionar que dentro del marco de los estudios de la Maestría en Comunicación de la Ciencia y la Cultura, esta investigación ha tomado como ejes centrales los procesos de reflexividad y comunicación en la formación y transformación de relaciones y asociaciones que dan forma a los procesos dinámicos de nuestro objeto de estudio presentado, es decir, la red sociotécnica. Es decir, se ha puesto precisamente el énfasis en las formas de comunicación de la ciencia y en la reflexividad que formada individualmente o durante la formación de grupos es entendida cómo un termino genérico que agrupa aquellas actividades intelectuales y afectivas en las que los individuos acuerdan explorar sus experiencias para empujar a una nueva mentalidad y valoración (Boud et al., 1985). La reflexividad es capaz de

causar cambios de las actuales perspectivas conceptuales, en nuestro caso particular el concepto de legitimación alrededor de los procesos de producción del conocimiento científico. Aunque, si bien es cierto que los “miembros de la sociedad no son siempre conscientes del carácter reflexivo de sus acciones, en la medida que actúan y hablan producen su mundo y la racionalidad de lo que hacen” (Gruber, 2011 p. 43). Estos procesos reflexivos y de producción social de sentido (comunicación) configuran y modifican las relaciones y los mapas de la red sociotécnica presentada en esta investigación dentro del marco sociocultural de la universidad, el estado y la empresa. Por lo tanto, en el presente capítulo se explorarán los conceptos principales que rigen el trabajo de investigación y alrededor de los cuales se desarrollan las categorías y los observables que dan forma a la metodología presentada.

3.1. Principios fundamentales de investigación: conceptos, categorías y observables

A partir de cada uno de los elementos mencionados junto con la revisión teórica en el capítulo anterior se han detectado una gama de conceptos que rigen como principios fundamentales y que serán descritos en este capítulo para dar forma a los conceptos, categorías y observables inscritos en esta investigación. En este momento se nombrarán cuatro conceptos fundamentales tomados de la Teoría del Actor Red que configuraran la formación de las categorías que más adelante serán utilizadas para el proceso de descripción y análisis:

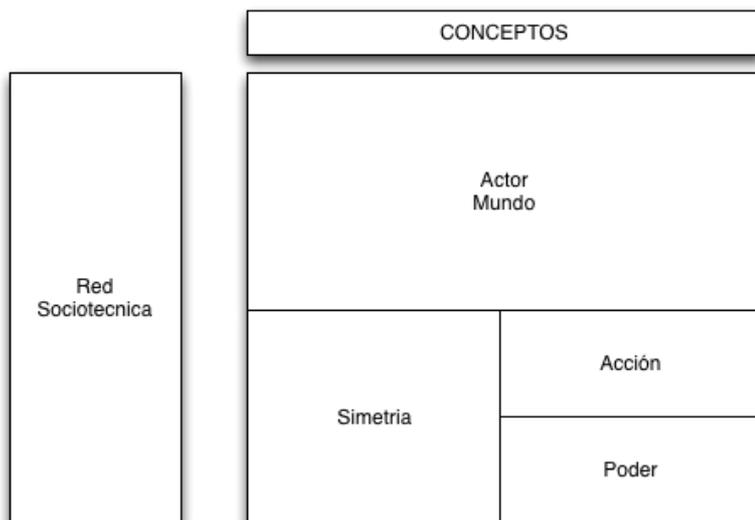
- **Actor Mundo:** El primer gran elemento clave en esta investigación es entendido como el conjunto de asociaciones y prácticas que son formadas y desarrolladas a partir de las negociaciones y cursos de acción entre distintas entidades, este concepto es nombrado dentro de la teoría como **actor-mundo**. Particularmente, si estas entidades toman figuraciones académicas, industriales o políticas y colaboran conjuntamente en el desarrollo del trabajo científico serán nombradas como **redes sociotécnicas**.
- **Simetría:** De la mano del actor-mundo, que se convertirá en todo nuestro espacio observable, encontramos el concepto de **simetría** (concepto central en la propuesta teórica de la TAR) que tiene como objetivo la superación de ciertas dualidades, una de ellas la de sociedad-naturaleza. Se trata de que el investigador sea capaz de posicionarse en un punto intermedio donde pueda

seguir al mismo tiempo tanto la atribución de propiedades humanas como de no humanas. Este concepto logra abrir el debate sobre el carácter de agencia.

- **Acción:** Dentro de la Teoría del Actor Red el concepto de agencia, que hasta este momento se encontraba centrado exclusivamente en cualidades humanas, es entendida cómo un efecto o producto independiente del objeto, aparentemente natural, que la reproduzca. La determinación de que los objetos considerados aparentemente naturales sean efectos de practicas objetivadoras nace de Foucault (1979) y su noción de poder.
- **Poder:** La noción de poder cuando se encuentra ejercida a través de diversos mecanismos no puede desarrollarse sin dejar de formar, sin organizar y movilizar un saber o aparatos de saber que no son construcciones ideológicas. Esto no significa que el poder englobe todo, sino que viene de todas partes.

Es posible visualizar en la siguiente figura la lista de conceptos a través de los cuales parte esta investigación.

Figura 16. Los conceptos centrales de la investigación

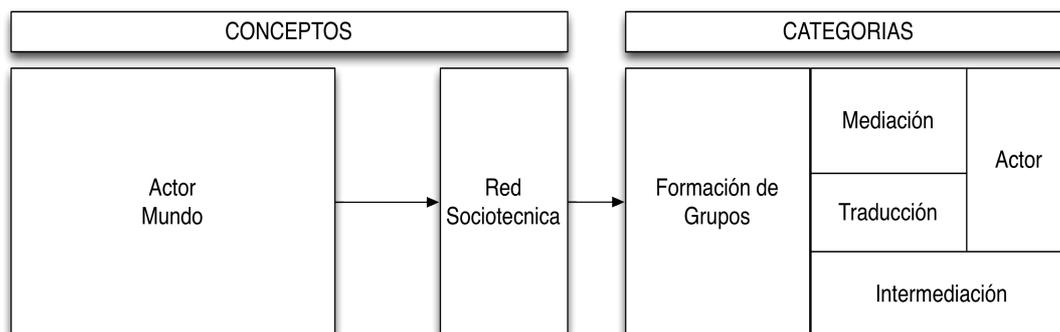


Fuente: elaboración propia

Una vez identificados los conceptos rectores de la etapa metodológica de esta investigación podemos generar las primeras categorías que más adelante nos servirán

en el trabajo de codificación. Este proyecto al adscribirse a la TAR como herramienta teórica seguirá el camino de los propios actores pertenecientes a la red sociotécnica, siguiendo los rastros que deja su actividad al formar y dismantelar **grupos**. La formación de un grupo o grupos dejará muchísimo más rastros a su paso que las conexiones ya establecidas (Latour, 2005). Los elementos o los medios que van a producir lo social dentro de estas formaciones serán nombrados como **intermediarios** o como **mediadores**. La tarea de mediación, de transformar, traducir o distorsiona los elementos y datos que se transportan quedará en mano de los **actores**. Otro mecanismo a través de la cual lo social y lo natural toma forma será a partir del repertorio de **traducción**. Este proceso permitirá identificar las dinámica internas de los componentes y sus relaciones con las totalidades.

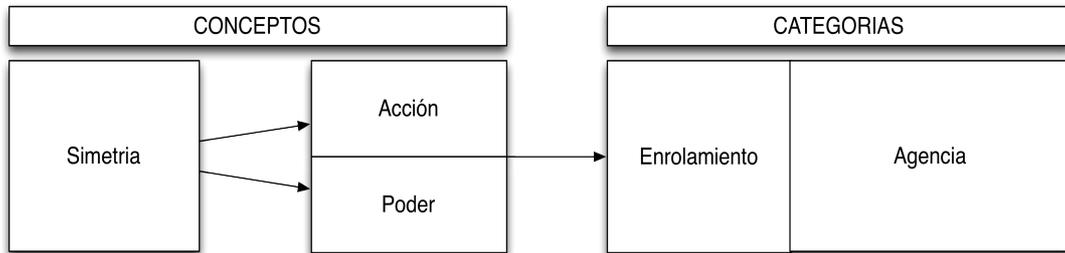
Figura 17. La relación entre los conceptos y las categorías de análisis



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con el esquema anterior, de nuestro actor - mundo formado por la red sociotécnica emerge la formación de grupos como categoría analítica que permite visualizar la producción de lo social desde la mediación, traducción e intermediación. Finalmente cómo última categoría formada a partir del concepto de acción y poder dentro de la TAR, se define el enrolamiento. Esta categoría será entendido en esta investigación cómo el conjunto de estrategias a través de las cuales distintos actores definen y relacionan los distintos roles que han asignado a otros actores.

Figura 18. La formación de enrolamiento como categoría analítica



Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto la formación de nuestras categorías queda establecida de la siguiente manera.

Figura 19. La relación entre las categorías y los conceptos de análisis



Fuente: elaboración propia.

La determinación y delimitación de los observables a partir de las categorías encontradas en el paso anterior y traídas como elementos principales de nuestra red sociotécnica podrán ser descritas una vez desarrollado el caso de estudio, el cual se explica a detalle a continuación.

3.2. El Fondo de Cooperación Internacional para el fomento de la Investigación Científica y Tecnológica como caso de estudio

En el verano del 2008 se inicio la instalación de un nuevo laboratorio de óptica cuántica en el Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM. La misión de este laboratorio, a cargo del Dr. Alfred U'Ren, se ha concentrado en “desarrollar y caracterizar fuentes de luz no clásica, tomando como base las necesidades de protocolos de procesamiento y transmisión de información cuántica”²⁵. El proyecto más ambicioso e importante de éste inicia su primera etapa de 22 meses del primer semestre del 2010 al primer semestre del año en curso, dicho proyecto se encuentra en el marco del Fondo de Cooperación Internacional para el fomento de la Investigación Científica y Tecnológica (FONCICYT) entre México y la Unión Europea que apoya proyectos bajo las siguientes modalidades: a) proyectos de investigación conjunta y, b) creación y fortalecimiento de redes de investigación.

El objetivo de dicho fondo, descrito por las propias instituciones es señalado cómo sigue: “Fortalecer las capacidades científicas y tecnológicas de México contribuyendo, entre otros, a la solución de problemas medioambientales y socio-económicos, tomando en cuenta el efecto positivo esperado sobre la competitividad, el crecimiento y el empleo a medio plazo”²⁶. Dentro de los beneficios establecidos por el FONCICYT es posible detectar la triada de instituciones participes en los procesos de construcción del conocimiento científico (red sociotécnica) detectadas en la presente investigación; la página web establece los siguientes beneficios

- El financiamiento de proyectos conjuntos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en los sectores contemplados en el Acuerdo de Cooperación en Ciencia y Tecnología UE-México con un enfoque de desarrollo local y regional;
- La creación y el fortalecimiento de redes y consorcios de investigación, desarrollo tecnológico e innovación entre mexicanos y europeos;
- La formación de recursos humanos vinculados al sistema de ciencia, tecnología e innovación de México;

²⁵ Recuperado de <http://www.nucleares.unam.mx/>.

²⁶ Recuperado de <http://www.conacyt.gob.mx/fondos/pcti/paginas/default.aspx>.

- La creación de mecanismos de vinculación entre Universidades, Centros de IDT, Empresas, ONG's, dependencias de gobierno y gobiernos locales, tanto de México como de los Estados miembros de la Unión Europea.

El proyecto desarrollado por el Laboratorio de Óptica Cuántica se encuentra concentrado dentro de un área de investigación de gran relevancia actual, debido a sus grandes posibles implicaciones tecnológicas: el procesamiento y transmisión de la información utilizando las leyes fundamentales de la física cuántica en el área de comunicaciones e informática. La posibilidad de utilizar las propiedades de sistemas cuánticos para llevar a cabo tareas de un modo radicalmente más eficiente, con respecto a sistemas basados en la física clásica, ha causado gran fascinación en el mundo científico. El proyecto desarrollado por el Laboratorio de Óptica Cuántica trabaja en la resolución de retos importantes que aparecen en la implementación práctica de protocolos de procesamiento de información cuántica²⁷. La importancia de este tema dentro de los estudios de la ciencia es tal que dentro de los últimos Premios Nobel, particularmente el Premio Nobel de Física 2012, fueron reconocidas las investigaciones alrededor de los procesos del manejo de información cuántica desarrolladas por los investigadores David Wineland y Serge Haroche en base a sus “innovadores métodos experimentales que permiten la medición y la manipulación de los sistemas cuánticos individuales²⁸”. Los conocimientos desarrollados por este proyecto:

se pondrán a disposición de empresas mexicanas, las que podrán colocarse como líderes en el procesamiento y transmisión de información, al volverse más competitivas en mercados nacionales e internacionales. A partir de los desarrollos tecnológicos obtenidos se tramitarán patentes internacionales para garantizar la propiedad intelectual; las investigaciones serán difundidas en revistas científicas de alto impacto, y a través de presentaciones y conferencias científicas²⁹.

²⁷ Tomado de: <http://www.nucleares.unam.mx/>

²⁸ "The Nobel Prize in Physics 2012". Nobelprize.org. 22 Oct 2012. Disponible en: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2012

²⁹ <http://www.pcti.gob.mx/es-es/foncicyt/proyectos/Paginas/8-94142-CU%C3%81NTICA-TECNOLOGIAS-COMUNICACION.aspx>

Este desarrollo (tal y como es descrito por el FONCICYT) trata de un proyecto de colaboración empresarial, académica y gubernamental que incluye a las siguientes instituciones:

Socios Educativos Mexicanos:

- Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM.
- Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, CICESE
- Universidad de Guanajuato, UGTO.
- Centro Nacional de Metrología, Querétaro, CENAM.

Socios académicos europeos:

- Universidad de Oxford (R. Unido),
- Instituto de Ciencias Fónicas (Barcelona)
- Instituto de Estructura Electrónica y Láseres (Grecia)

Socios Mexicanos de carácter empresarial

- IUSACELL
- Conductores Mexicanos Eléctricos y de Telecomunicaciones, CONDUMEX

Socios Gubernamentales

- Gobierno Mexicano (CONACYT)
- Unión Europea

Dentro de los socios gubernamentales la Unión Europea (UE) se encuentra situada como el líder mundial en términos de financiamiento para la cooperación al desarrollo, aportando en conjunto el 55% de la ayuda global. La Comisión Europea junto con los Estados Miembros de la UE, trabajan continuamente con sus socios internacionales, como México, para lograr resultados concretos en este ámbito. Desde principios de los años noventa, la Comisión Europea ha apoyado iniciativas de cooperación con México como el caso de la investigación en materia de Ciencia y Tecnología. Cabe destacar que México es el único país de América Latina que cuenta

con dos instrumentos de cooperación y de relación bilateral: Acuerdo Global y la Asociación Estratégica (Delegación de la Unión Europea, 2011).

El programa de cooperación entre la UE y México estipula que cada parte contribuirá con 10 M€ (20 M€ en total), y que el área geográfica de intervención puede incluir todo el territorio mexicano y todos los países miembros de la Unión Europea. De los cuales se distribuye de la siguiente manera:

Figura 20. Distribución del presupuesto de 20 millones de Euros

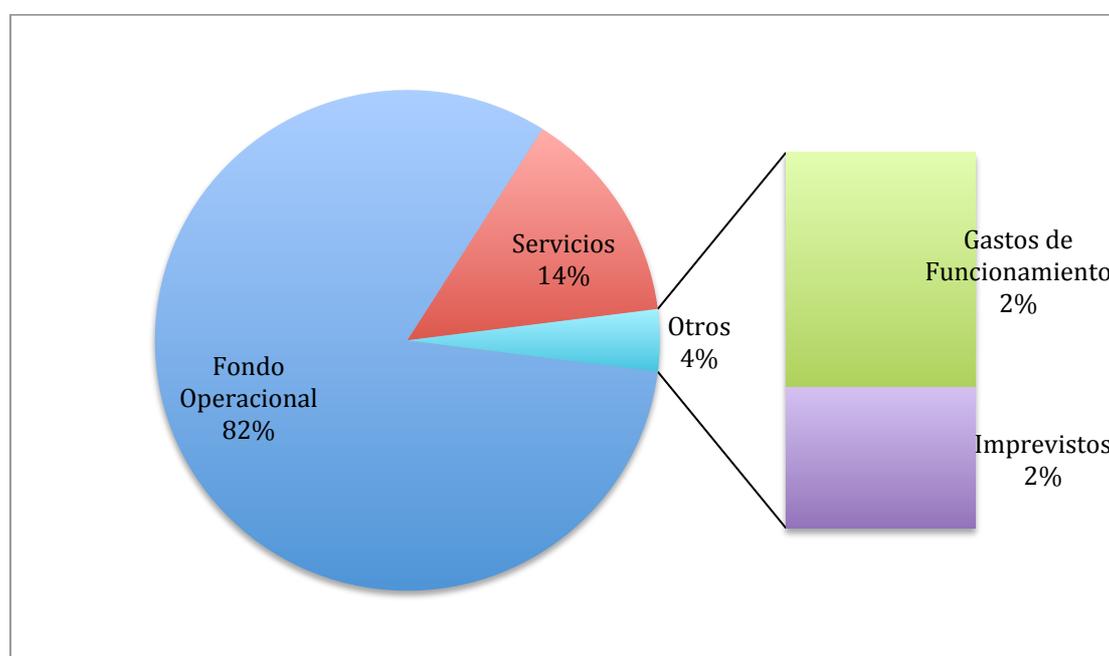
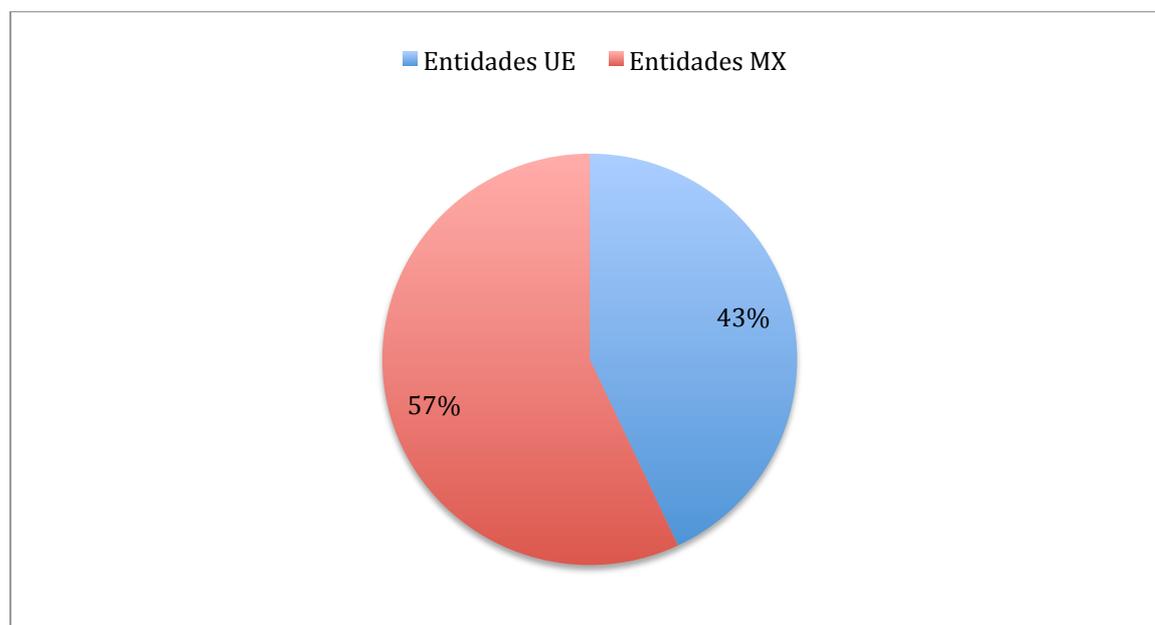


Figura Fuente: Catalogo FONCICYT³⁰

Es decir, le corresponde a los proyectos 15 millones 800 mil euros de los cuales se divide de la siguiente manera:

³⁰http://www.pcti.gob.mx/eses/foncicyt/DocumentosInteres/PUBLICACION%20C3%93N/CATALOGO_DE_L_FONCICYT.pdf

Figura 21. Distribución de los 15 millones 800 mil Euros



Fuente: Catalogo FONCICYT

El total de proyectos y redes desarrollados dentro del FONCICYT es de 34, de los cuales el proyecto presentado en esta investigación nombrado como “Consortio Europa-México para el desarrollo de aplicaciones en Información cuántica y tecnologías de comunicación” es el cuarto proyecto con mayor cantidad de recursos establecidos por parte del fondo, el segundo, dentro de estos últimos cuatro en mayor cantidad de empleos generados (36), uno de los mayores en cantidad artículos científicos generados (55) y el primero (dentro de los de mayor cantidad de empleos generados) en integrar la red sociotécnica como un elemento para el desarrollo de productos tecnológicos³¹. El costo total del desarrollo del proyecto se centra en la siguiente cantidad: \$22,857,117 (1,384,125.60 €). Contribución FONCICYT: \$ 16,000,000 (968,889.01 €).

La selección de este programa nos ha permitido a través de las categorías descritas anteriormente realizar el rastreo de las asociaciones y conexiones generadas por los actores de la red en el proceso de construcción del conocimiento (alrededor del presente proyecto) con la que es posible identificar si con el modelo de integración detectando los procesos de producción del conocimiento se han modificado y han provocado que surjan nuevas dimensiones y mecanismos de

³¹ Se puede encontrar la lista de los 34 proyectos en: http://www.pcti.gob.mx/es-es/foncicyt/DocumentosInteres/PUBLICACI%C3%93N/CATALOGO_DEL_FONCICYT.pdf

legitimación a partir de su reducción a la dimensión técnica de su aplicabilidad. Una vez detectado el objeto de estudio y a partir de este es posible rastrear y seleccionar los observables de investigación sobre los cuales se puedan establecer procedimientos de observación a partir de las categorías desarrolladas anteriormente.

3.3. Elementos de un sistema sociotécnica de producción: los observables de investigación.

Bajo el supuesto de que las asociaciones, relaciones, formaciones, traducciones y negociaciones pueden ser visualizadas después de dejar que los mismos actores sean quienes desplieguen sus propias gamas de controversias en las que están inmersos (Latour, 2005) se seleccionaron 4 sujetos claves dentro del desarrollo del proyecto “Consortio Europa-México para el desarrollo de aplicaciones en Información cuántica y tecnologías de comunicación”:

- Dr. Alfred U´Ren: Responsable del proyecto FONCICYT y responsable del Laboratorio de Óptica Cuántica de la U.N.A.M.
- Dr. Leonardo Ríos Guerrero: Director Adjunto de Desarrollo Tecnológico e Innovación y Director del FONCICYT.
- Lic. Rafael Pando: Secretario Administrativo del FONCICYT.
- Ing. Antonio Sierra: Director del Centro de Investigación y Desarrollo Carso (CIDECA) – Departamento de investigación perteneciente a CONDUMEX.

Como puede observarse las fuentes seleccionadas registran un papel primordial en la formación del Fondo de Cooperación Internacional “FONCICYT” y el Consortio Europa-México capaces de desplegar información esencial y de primera mano en el rastreo de sus asociaciones y relaciones. Para esta fase se plantea el uso de entrevistas semi-estructuradas. Así mismo se han seleccionado para su revisión y análisis documentos claves dentro del proyecto “Consortio Europa-México para el desarrollo de aplicaciones en Información cuántica y tecnologías de comunicación”. La selección inicial de los documentos fue dada a partir de la mención de éstos durante el desarrollo de entrevistas, de los primeros acercamientos al caso de estudio o por recomendación directa de actores de la red como será mostrado más adelante. Además se ha dado seguimiento a bases de datos o

repositorios de archivos científicos como arXiv para construir parte del mapeo de relaciones entre los actores de la red. Este repositorio es la principal base de datos para artículos académicos de física, matemáticas, informática, biología cuantitativa, entre otras.

Tabla 2. Cuadro de documentos iniciales para el análisis

Documento	Institución
Objetivos Estratégicos en Ciencia y Tecnología	CONACYT
Políticas Tecnológicas y Desarrollo en América Latina	CONACYT
Documento Informativo sobre regulación de propiedad intelectual en el FONCICYT	Unión Europea , FONCICYT
Guía de Buenas Practicas para el fomento de la Cooperación Tecnológica Internacional	Banco Interamericano de Desarrollo, División de Ciencia y Tecnología.
Agreement for Scientific and Technological Cooperation between the European Community and the United Mexican States	Unión Europea
Lineamientos del Centro de Investigación y Desarrollo CARSO	CONDUMEX
Hacking commercial quantum cryptography systems by tailored bright illumination.	arXiv

De esta manera, la siguiente figura representa una síntesis de los conceptos , categorías y observables presentes en este trabajo de investigación. La Teoría del Actor Red junto con el objeto de investigación presentado (red sociotécnica) configuró la selección de los conceptos y categorías establecidas. A partir de ellas y del caso de estudio se ha dado forma a los observables.

Figura 22. Síntesis de los conceptos, categorías y observables

	CONCEPTOS	CATEGORIAS			OBSERVABLES			
Red Sociotécnica	Actor Mundo		Formación de Grupos	Mediación	Actor	Instituciones	Sujetos	Documentos
			Intermediación			- Lab. Optica Cuántica, UNAM.	Dr. A. U'Ren	
			Traducción			- FONCICYT, CONACYT.	M.F H. Cruz Ramírez	
	Simetría	Acción	Enrolamiento			- Centro de Investigación y Desarrollo Carso, CONDUMEX	M.F R. Ramírez Alarcón	
	Poder	Agencia				Dr. L. Ríos Guerrero.		
						Ing.A. Sierra		

Fuente: elaboración propia.

Una vez obtenidos cada uno de estos elementos pasare a dar explicación a la metodología desarrollada en este trabajo de investigación con el fin de visualizar las transformaciones y relaciones alrededor del caso de estudio presentado anteriormente en este mismo capítulo.

3.4. Estrategias para la detección de transformaciones en redes sociotécnicas

La pregunta general que ha orientado el desarrollo de este trabajo se centra en la descripción del papel de la red sociotécnica en los procesos de producción del conocimiento científico, particularmente en su legitimación a partir de su reducción a la dimensión técnica de su aplicabilidad. Para esto se ha desarrollado un modelo metodológico en dos facetas que ayudan a ir generando una profunda descripción de estos procesos. Las dos fases que serán implementadas pueden ser descritas brevemente de la siguiente manera:

- Fase A: Sujetos
- Fase B: Documentos

La primera fase ha sido implementada a partir del verano del 2012 y hasta marzo del 2013 y fue enfocada a la implementación de entrevistas semi-estructuradas

a sujetos claves detectados en el desarrollo del proyecto. La segunda fase, atemporal, fue llevada mediante documentos, formales e informales (manuales, artículos científicos, presentaciones, convocatorias, entre otros) que han dado cuenta de distintas etapas del desarrollo del “Consortio Europa-México para el desarrollo de aplicaciones en Información cuántica y tecnologías de comunicación”; caso de estudio de esta investigación. La determinación de la selección de dos tipos de unidades de información se dio con el objeto de fortalecer la descripción de las transformaciones, movilizaciones y asociaciones involucradas alrededor de los procesos de producción del conocimiento detectados en este proyecto. Pudiera ser posible que la selección de una sola de las fases no nos fuera suficiente para lograr una descripción saturada. De estas unidades de información fue posible desprender las distintas cartografías que nos permitieron visualizar las redes de relaciones, formaciones de grupo y niveles de enrolamiento de nuestros actores como se verá en el siguiente capítulo. Por lo tanto, es importante detenerse ahora a explicar brevemente las características propias de la entrevista y la entrevista semi-estructurada como técnica de investigación.

3.4.1. La entrevista como herramienta de investigación

Dentro de las perspectivas metodológicas que considera la investigación cualitativa se encuentran destacadas distintas tradiciones y presupuestos teóricos de acercamientos a la realidad que nos ayudan a conocer sus diversas concepciones, la manera de cómo conocerla y de cuánto de ella podemos llegar a conocer. Vasilachis (2006) comprende que la investigación cualitativa abarca el estudio, uso y recolección de una variedad de materiales empíricos (basada en métodos de generación de datos flexibles y sensibles al contexto social en el que se producen) que describen los momentos habituales y problemáticos y los significados en la vida de los individuos. La particular solidez de la investigación cualitativa basa su riqueza en su capacidad de proveer un acercamiento directo a la dinámica de los contextos y por la habilidad para contestar en esos dominios, a las preguntas cómo y por qué (Mason, 2006).

La importancia de este modelo de acercamiento ante la presente investigación radica en la capacidad de describir y asentar la experiencia de los sujetos u objetos de investigación. La investigación como un proceso interactivo entre el investigador y

los participantes privilegia las palabras de los sujetos y su comportamiento y relaciones observables como datos primarios, siendo los participantes los principales descriptores de su propio mundo proveyendo así una más profunda comprensión del fenómeno social al que se acerca. Flick (1998) distingue que la consigna central de la investigación cualitativa reposa en el origen de los resultados, en el material empírico y en la apropiada elección y aplicación de métodos al objeto de estudio. Es por esto que varias perspectivas teóricas y sus respectivos métodos pueden caracterizar las discusiones y la práctica de investigación fortaleciendo en todo momento las formas de ver un fenómeno y una manera de conceptualizarlo. La investigación cualitativa permite comprender (privilegiando la profundidad sobre la extensión) y hacer al caso individual significativo en el contexto de la teoría así como reconocer similares características en otros casos (Vasilachis, 2006).

Particularmente con el objetivo de obtener una apreciación más completa de los hechos y del objeto de estudio, se ha propuesto para esta investigación el uso de entrevistas semi-estructuradas en esta epata metodológica. Sierra (en Galindo, 1998, pp. 281-282) define la entrevista como el desarrollo de una conversación que establecen un interrogador y un interrogado para un propósito expreso, (...) una forma de comunicación interpersonal orientada a la obtención de información sobre un objetivo definido. La entrevista puede ser vista como generadora de discursos contruidos tanto por el entrevistador como por el entrevistado (Blanchelet en Sierra, 1995), estos discursos nos han ayudado a construir el mapeo de los elementos de nuestra red sociotécnica, ayudándonos a detectar la formación de grupos, los procesos de traducción y el grado de enrolamiento de los distintos actantes de nuestra red.

Existen tres tipos básicos de entrevistas en general: la entrevista estructurada o cerrada, la no estructurada o abierta y la entrevista semi-estructurada. La entrevista estructurada se dispone de un instrumento con las preguntas previamente redactadas, por lo general cerradas, en tanto que en la segunda el entrevistador realiza su actividad con base en temas mas no en preguntas ya elaboradas (Pérez, 2005). Finalmente la entrevista semi-estructurada parte de un guión que recoge los distintos temas a tratar durante toda la entrevista. Sin embargo, el orden y el modo de realizar las preguntas queda a valoración del entrevistador, además el entrevistador puede pedir al entrevistado profundizar o aclarar algún elemento cuándo esto sea necesario. Las preguntas de investigación en este tipo de entrevistas se centran en el efecto de

acontecimientos concretos o el manejo subjetivo de las condiciones de las propias actividades (Flick, 2004, p. 94) por lo que esta técnica de investigación fue la seleccionada para el desarrollo de esta fase metodológica de la investigación. Uno de los elementos con los que debe de contar toda entrevista semi-estructurada será el criterio de amplitud el cual pretende que todos los aspectos y temas relevantes para la pregunta de investigación deben de mencionarse durante la entrevista (Flick, 2004, p. 92).

Concretamente si la entrevista es realizada ante un profesional científico o técnico diversos investigadores como Sierra (1995) o Devenin y Henríquez (2011) conceden un valor preponderante al contexto socio-histórico de la situación de la entrevista junto a la construcción de un lenguaje común entre entrevistador e interlocutor. Particularmente si los interlocutores logran compartir algunas variables sociales dentro del contexto la entrevista podrá volverse más fluida y por lo tanto de mayor utilidad. De acuerdo a Laudel y Gläser (2007):

Quando el contenido de la ciencia bajo investigación forma parte de la explicación sociológica, no es suficiente comprender la investigación o el trabajo del interlocutor como un contexto social relevante o como un marco de referencia. La investigación científica de este tipo requiere comprender los problemas, estrategias y lógica de la investigación científica, e incluir factores no sociales en nuestras explicaciones (p. 99).

Y es que durante el desarrollo de las entrevistas es imposible olvidar los elementos científico-técnicos, principalmente principios físicos, que han sido inscritos por parte del entrevistado en una detallada explicación y que sin una construcción previa del lenguaje común resultaría imposible la comprensión mutua durante la interacción y el posterior desglose de la información para su incorporación en el mapeo de las relaciones, formaciones, mediaciones o traducciones o como dicen Laudel y Glässer (2007) “algunos estudios de la ciencia dependen de la comprensión de la ciencia no sólo porque es importante para comprender los marcos de referencia de los encuestados, sino también porque tenemos que incluir la materialidad de las acciones de investigación en nuestros modelos” (p. 92) y la investigación de los encuestados proporciona el único acceso a estos factores. Estos elementos científico-

técnicos también han sido encontrados en la segunda fase metodológico o revisión de documentos.

Siendo requisito fundamental el desarrollo de entrevistas informadas para una correcta comprensión y ejecución Laudel y Gläser (2007) identifican tres tareas claves para la elaboración de entrevistas a científicos de las cuales solo explicare brevemente dos de ellas que han formado parte de esta investigación.

- 1) Creación de un lenguaje ad hoc: Es importante que la dinámica de la entrevista se lleve a cabo con un lenguaje que permita al entrevistador un correcto entendimiento que sea capaz de proporcionar información relevante para la investigación. “Este lenguaje debe ser comprensible tanto para entrevistador como entrevistado, y debe facilitar la descripción del mundo del entrevistado” (p. 101).
- 2) Preparación de la entrevista: Es importante un aprendizaje previo al momento de la entrevista. Laudel y Gläser (2007) proponen estudiar reportes de investigación por parte del entrevistado o el grupo académico, obtener antecedentes acerca del trabajo del entrevistado, y obtener cualquier información extra que pueda ser de utilidad.

Ante estas claves metodológicas es importante rescatar en este momento mi formación y mi relación con el campo que logró facilitar y fortalecer el desarrollo de esta investigación. Dentro del ámbito personal, durante un año y medio dediqué gran parte de mi trabajo de tesis de licenciatura alrededor de la Teoría de la Información Cuántica, particularmente en el desarrollo y revisión de nuevos algoritmos capaces de procesar información de una manera mucho más rápida que los algoritmos clásicos, por lo que el conocimiento previo alrededor del tema y del campo ha facilitado el acceso alrededor del caso de estudio y en la preparación de mis fases metodológicas. Por otro lado, durante y después de concluir la licenciatura trabajé directamente dentro del Laboratorio de Acústica de la Facultad de Ciencias y del Instituto de Ciencias Nucleares en la U.N.A.M. por lo que pude compartir espacio con varios investigadores destacados y lograr observar su comportamiento alrededor de algunos de los procesos de producción del conocimiento científico. De hecho, estas pistas observadas durante estos años dieron lugar originalmente al planteamiento inicial del problema y al presente proyecto de investigación.

Ante estos elementos se desarrolló un guion de entrevista que permitiera la recolección de datos y elementos necesarios capaces de dar respuesta a la pregunta de investigación. La construcción de este guión también tiene como propósito detectar el dinamismo de las transformaciones, relaciones y asociaciones alrededor de los procesos de producción del conocimiento científico. A continuación se presenta la estructura básica del guión de entrevista, su temática y su contenido.

- 1) El ingreso al proyecto: roles antes de iniciar el proyecto, objetivos iniciales y formas de cooperación antes del proyecto con las diversas instituciones involucradas.
- 2) El proyecto FONCICYT: fases de colaboración, tiempos de ejecución, espacios de desarrollo, relaciones iniciadas a partir de la ejecución del proyecto y cooperación con el resto de las instituciones o actores durante la ejecución del proyecto.
- 3) Las instituciones (CONACyT, Unión Europea, Academia, Empresas): rol durante e desarrollo de las investigaciones, relaciones iniciales y beneficios obtenidos a partir de la ejecución del proyecto .
- 4) Los resultados del proyecto FONCICYT: Fuentes e instrumentos de distribución de los resultados, modalidades de distribución; roles finales y metas.
- 5) Mecanismos de relación y detección de formación de nuevos grupos.

Recordando que es el actor-mundo quien a partir de los procesos comunicativos teje sus nodos y sus conexiones y que uno de estos procesos comunicativos se da a través de documentos, describiré a continuación el desarrollo de la segunda fase de investigación. Quisiera aclarar que aunque en este momento se presenta como segunda de investigación durante el trabajo de campo estas fases no llevaron un orden fijo sino que fueron fluyendo sin un orden pre establecido. Así la revisión de un documento pudo ser previo o posterior a la elaboración de alguna entrevista. Sin estos procesos de comunicación sería imposible por parte de las entidades trazar sus asociaciones.

3.4.2. Un mapeo sociotécnico: movimientos y desplazamientos en los procesos de producción del conocimiento científico.

La importancia del desarrollo de un mapeo en esta investigación radica en la capacidad de mantener en un mismo plano las distintas movilizaciones entre sus elementos, es decir lo social. El mapeo de relaciones y de actores nos permite detectar los elementos claves de un sistema y además permite identificar y rastrear sus intereses, su importancia, sus asociaciones y su nivel de enrolamiento sobre el resto de las entidades. La circulación será uno de los paisajes que esta cartografía nos permitirá observar, los “movimientos y desplazamientos vienen primero, los lugares y las formas, después” (Latour, 2005 p. 291). Esta investigación al tener como objetivo la identificación y posterior descripción del papel de la red sociotécnica en los procesos de producción del conocimiento científico ha hecho uso del software Cytoscape³² para realizar el mapeo de las relaciones de tal manera que nos sea posible navegar dentro de este espacio y así “poder detectar muchas otras entidades cuyos desplazamientos eran apenas visibles antes” (Latour, 2005 p. 291). Para esto se hará uso de herramientas como Cytoscape y conceptos de Análisis de Redes Sociales (una red social será entendida como un conjunto de actores vinculados entre sí) tales como centralidad (la importancia relativa de un actor dentro de la gráfica; es decir el número de vecinos que contenga alrededor de el), modularidad (el número de vínculos entre grupos) y la formación y detección de comunidades y grupos.

El valor del estudio de la red sociotécnica se centra en el valor de su capacidad de transformación y en la formación de nuevas y diferentes asociaciones que modifican la perspectiva alrededor de la emergencia y legitimación del conocimiento.

A continuación se desarrollan las dos etapas metodológicas presentadas en este apartado. La primera de ellas realizando una descripción densa de las movilizaciones y relaciones alrededor del caso de estudio presentado para posteriormente pasar con el análisis propio de los datos obtenidos a partir de todas las estrategias metodológicas mencionadas en este apartado.

³² Cytoscape es una plataforma de software de código abierto para la visualización de redes complejas y la integración de éstos con cualquier tipo de datos. Este software puede ser utilizado para diversos tipos de dominios: como la bioinformática, análisis de redes sociales o redes semánticas. (<http://www.cytoscape.org/>)

Capítulo IV. Representación de una red sociotécnica. El caso del “Consortio Europa-México para el desarrollo de aplicaciones en Información cuántica y tecnologías de comunicación”

Por 'actor' entendemos a cualquier entidad capaz de asociar los elementos listados, que definen y construyen un mundo poblado de otras entidades, a las que otorgan una historia y una identidad, calificando las relaciones entre ellas.

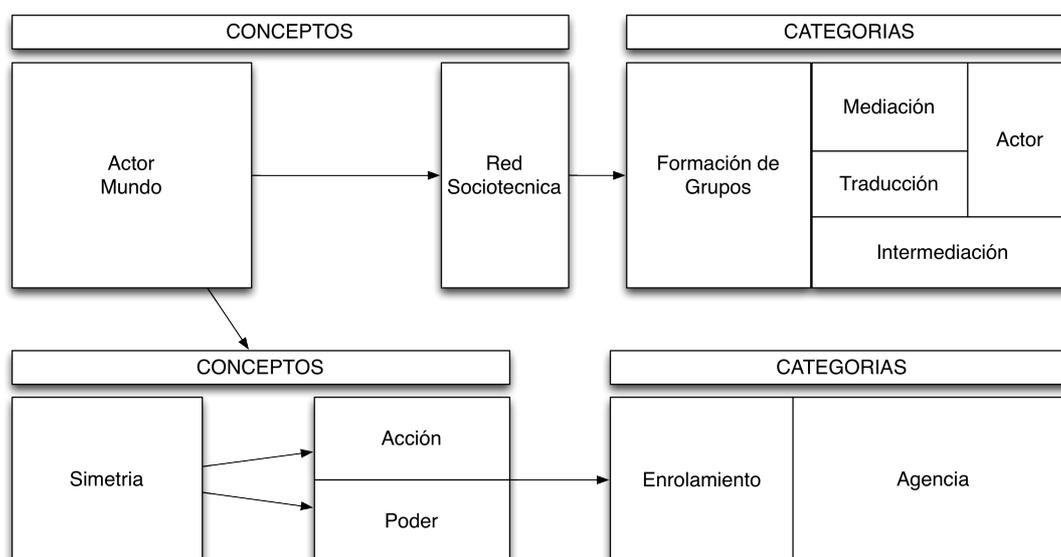
Callon, 1992 p. 79.

El desarrollo de este capítulo consta de dos etapas. La primera de ellas se centra en la descripción profunda de las relaciones y asociaciones formadas con el motivo del desarrollo del proyecto perteneciente al FONCICYT nombrado “Consortio Europa-México para el desarrollo de aplicaciones en Información cuántica y tecnologías de comunicación”. La segunda etapa se centrará en el proceso de análisis de lo descrito durante esta primera etapa metodológica. El corpus de este apartado proviene de las entrevistas realizadas a los sujetos clave del programa durante el periodo 2011-2013 especificados en la sección 3.4. del Capítulo III y a la revisión de documentos facilitados por las instituciones, los investigadores o su disponibilidad en línea en bases de datos científicas. La lista de estos documentos puede ser revisada en el Capítulo III.

Serán utilizados como conceptos guías aquellos seleccionados en el apartado 3.1 de esta investigación y el foco de interés se centrará en desarrollar una profunda descripción de la aparición y modificación de las relaciones y/o asociaciones presentes en la red sociotécnica capaces de transformar los distintos mecanismos de legitimación del conocimiento científico. La Teoría del Actor Red nos permite presentar la dinámica en que científicos, asesores, ingenieros, directivos institucionales y actores no-humanos, se entremezclan para lograr desempeñar un papel fundamental en los procesos de construcción del conocimiento científico. El proyecto del “Consortio Europa-México para el desarrollo de aplicaciones en Información cuántica y tecnologías de comunicación”, presentado como caso de estudio en esta investigación, nos permite visualizar estos procesos de enrolamiento,

formación de grupos y asociaciones por parte de los actores de nuestra red sociotécnica. Por lo tanto, este capítulo pretende describir y analizar cómo a partir de distintas estrategias y entidades heterogéneas se ha dado forma a la red sociotécnica y cuál ha sido el papel de esta red en la legitimación del conocimiento.

Ahora bien, después de la revisión profunda de la Teoría del Actor Red, logramos en el tercer capítulo detectar los conceptos base de esta investigación. Estos conceptos han dado forma a cada una de las categorías encontradas y es el propósito de este apartado detectar “in situ” cómo es que cada uno de los elementos detectados en nuestro caso de estudio pueden ser visualizados desde las categorías, los conceptos y finalmente lograr el ensamblado de nuestro actor mundo. A continuación se recuperan los conceptos seleccionados del marco teórico para el análisis.



Cada uno de los conceptos recuperados nos permitirá visualizar el proceso de formación y de configuración de nuestro actor mundo. Particularmente, las negociaciones y transformaciones elaboradas por el estado son introducidas a continuación.

4.1. El proceso de ensamblado del actor mundo

La actual política científica y tecnológica del gobierno mexicano deja atrás el modelo de apoyo orientado a la oferta de conocimientos que rigió las políticas de

investigación desde 1970 hasta el año 2000. Este modelo se encontraba basado en el apoyo de la realización de proyectos de investigación (básica y aplicada) de iniciativa libre por parte de la comunidad científica, académica y tecnológica. Durante el desarrollo de este modelo, el CONACyT se encargaba de publicar una convocatoria anual dónde las comunidades científicas y tecnológicas se encargaban de presentar sus iniciativas de investigación. De la misma manera, los apoyos por parte del estado en la formación de recursos humanos obedecía a un comportamiento de demanda libre y en muchos casos “sin una verdadera orientación de las necesidades de formación de recursos humanos de nuestro país”. Este modelo también ha sido caracterizado desde el 2000 como “esfuerzos de investigación y desarrollos tecnológicos aislados” con una amplia “dispersión de recursos” y donde las “investigaciones son prioritarias para el desarrollador y no para el país” (Rafael Pando, 2011), por ello, su impacto en el desarrollo regional no alcanzaron los resultados esperados.

Ante el interés de modificar el carácter del funcionamiento de estos cuerpos académicos y de investigación científica–tecnológica y con el objetivo de lograr su superación del antiguo modelo, el gobierno mexicano desarrolló a partir de distintas herramientas una propuesta en materia de innovación y producción del conocimiento que nace de la teoría económica de John Maynard Keynes publicada en el año de 1936 como respuesta a la Gran Depresión de 1929. Esta teoría llamada “economía keynesiana” o modelo “orientado a la demanda”, establece que la demanda agregada, es decir, la suma del gasto en bienes y servicios que se está dispuesto a comprar, es la variable que determina la situación de inflación o paro de la economía. Lograr estimular la demanda agregada significa lograr un crecimiento económico.

Ante esto, Keynes propone que sea el estado o las instituciones (nacionales o internacionales) quienes a través del gasto presupuestario y las políticas fiscales macroeconómicas, controlen las dinámicas económicas de un país. En materia de Ciencia y Tecnología, este modelo es llevado a cabo dentro de los Fondos Mixtos y Sectoriales por parte del CONACyT inspirado en políticas científicas y tecnológicas por parte de gobiernos como el brasileño y el argentino. Este modelo busca “dar solución a problemas, atender necesidades y aprovechar oportunidades que el desarrollo científico del sector demande en un horizonte de mediano y largo plazo”.

(Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2008-2012). En esta misma línea se proponen como tareas primordiales las siguientes:

- Establecer mecanismos de Coordinación para el establecimiento de políticas en material de I&D.
- Establecer instancias y mecanismos de coordinación y vinculación con la comunidad científica y tecnológica del país para desarrollo y aplicación de I&D.
- Cubrir necesidades prioritarias de un sector a través de I+D+I.
- Desarrollar grupos de investigación y fortalecer la infraestructura científica y tecnológica en los diferentes sectores económicos.
- Conjunción de esfuerzos para la obtención de proyectos de alto impacto (Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, Ley de Ciencia y Tecnología).

El objetivo primordial del gobierno mexicano en materia de ciencia y tecnología se centrará en “ejercer un liderazgo efectivo en la conducción de la Agenda Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación con el objetivo de coordinar esfuerzos entre los distintos actores del SNCT, hacia la atención de las prioridades nacionales en materia de ciencia, tecnología e innovación y acordar mecanismos permanentes para su revisión; fortalecer los vínculos con organismos del extranjero y contribuir al desarrollo de la región y al estudio de las necesidades locales”³³.

Así, al implantar estos principios dentro de los lineamientos específicos del CONACyT, el estado empieza a situarse como un actor esencial dentro de la red sociotécnica y a (re)construir las formaciones y relaciones dentro de ella. Con el objetivo de ejercer un liderazgo en la producción del conocimiento científico se crea el Fondo de Cooperación Internacional para el fomento de la Investigación Científica y Tecnológica (FONCICIT) (*1era Estrategia*).

El FONCICYT se define como un programa federal que pertenece al grupo de apoyos a fondos sectoriales y mixtos del CONACyT. Su meta a largo plazo es la Incorporación de Científicos y Tecnólogos Mexicanos en el Sector Social y

³³ “Los objetivos estratégicos tienen el propósito de crear un marco de gestión que permita dar cumplimiento a la misión y a la visión del CONACYT, tomando como punto de partida el análisis de la situación actual de la organización y de su entorno, así como de los elementos de prospectiva que se expresan en el diagnóstico. El CONACYT buscará en todas sus actividades, contribuir a elevar la competitividad del país y a mejorar el bienestar social de la población” (Programa Institucional 2008-2012 p. 12).

Productivo del País (IDEA) y establece como una de las poblaciones beneficiarias a las empresas del sector productivo del país. El FONCICYT forma parte de una cadena establecida que ha sido llamada como cadena de conocimientos. Esta cadena, formada por el gobierno federal e impulsada en el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación³⁴, hace referencia a la cadena formada por “educación-ciencia-tecnología-innovación” y su articulación con la cadena productiva. Las dimensiones que incluye son las siguientes:

- Investigación básica con apoyos del CONACYT (becas, SNI, SEP-CONACyT).
- Investigación Aplicada (Fondos sectoriales, fondos mixtos).
- Nuevos Productos (Fondo de innovación, Estímulos Fiscales).
- Prospecto de Negocios (AVANCE, AERIS, OTT´s).
- Nuevos negocios (AVANCE Emprendedores, AVANCE garantías, capital semilla) (Programa Especial de ciencia, Tecnología e innovación, 2008-2012).

Estos objetivos se centran en establecer instancias y mecanismos de coordinación entre actores, regular los apoyos, cubrir necesidades prioritarias de un sector y “establecer políticas de Estado a corto, mediano y largo plazo que permitan fortalecer la cadena” (PECiTI, 2008-2012). Esta regulación (*2da Estrategia*) muestra cómo el estado empieza a formular y establecer las primeras formaciones dentro de la red. El siguiente paso realizado se centró en dar forma a las diversas entidades dentro de la red mediante estrategias que logran definir relaciones y roles a través de las cuales se forman grupos, se realizan asociaciones y procesos de enrolamiento. Sobre este tema es desarrollado el siguiente punto.

³⁴ El PECiTI es un programa del ejecutivo Federal desarrollado entre el CONACyT y el Foro Consultivo Científico y Tecnológico que tiene como objetivo “fortalecer la apropiación social del conocimiento y la innovación, y el reconocimiento público de su carácter estratégico para el desarrollo integral del país, así como la articulación efectiva de todos los agentes involucrados para alcanzar ese fin” (CONACYT, 2008)

4.2. La unión hace la fuerza: establecimiento de actores y definición de roles

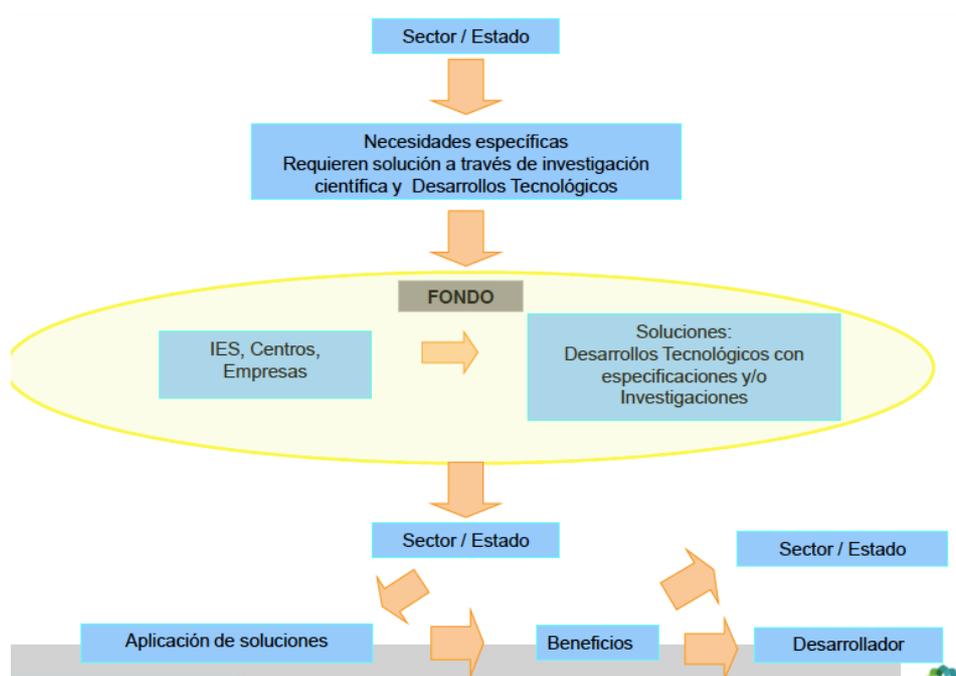
Los lineamientos del FONCICYT “regularon la participación de todas aquellas instituciones o centros de investigación inscritas en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (Universidades e instituciones de educación superior públicas y particulares, Centros de Investigación Laboratorios y Empresas)” (Rafael Pando, conversación personal, diciembre del 2012). Ahora bien, de acuerdo al Artículo 16 de la Ley de Ciencia y Tecnología publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de junio de 2012, “El sistema integrado de información incluirá el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas **que estará a cargo del CONACyT**”. De esta manera, se definen los beneficiarios (*3era Estrategia*) de los Fondos Mixtos dentro del Catalogo de Proyectos del Fondo de Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología y se presenta como beneficiario final “tanto a la sociedad mexicana, como la de los países miembros de la Unión Europea, pues los proyectos cofinanciados aumentarán la capacidad y aplicabilidad de la investigación científica y tecnológica de las dos regiones, permitiendo así mejorar el nivel de vida y bienestar de la población” de acuerdo a la misma Ley. De esta manea, siendo parte de la cadena de conocimiento formada en el programa institucional, se toma también como población beneficiaria a las empresas del sector productivo del país, pues de acuerdo al CONACyT, “este es un Programa federal de subsidios presente en el programa institucional 2008-2012 **cuya población beneficiaria son las Empresas** del sector productivo del país”³⁵.

Estos elementos empiezan a definir los roles que tomaran las distintas instituciones participes y los objetivos con los que se manejaran los resultados de las investigaciones desarrolladas dentro del FONCICYT. Con este modelo (orientado a la demanda), el estado ha tomado una posición fundamental dentro de la red. Se ha situado como un punto de paso obligado dentro de los procesos de construcción del conocimiento y como la principal entidad enroladora de la red. El estado no solo se ha presentado como el primer actor dentro de los procesos de construcción del

³⁵IDEA es un programa del CONACyT que tiene como objetivo incorporar a los Científicos y Tecnólogos Mexicanos en el Sector Social y Productivo del País <http://www.conacyt.gob.mx/tecnologica/IDEA/Paginas/default.aspx> Tomada el 17 de Febrero del 2013.

conocimiento, sino que se ha posicionado en distintos niveles (específicamente en aquellos vinculados con el desarrollo tecnológico) de la red que ha empezado a transformar.

Figura 23. El posicionamiento del estado



Fuente: Imagen presentada por Alfred U'Ren durante el Foro FONCICYT de cooperación científica y tecnológica, 2011.

El punto de partida del proceso de interesamiento, y posterior enrolamiento del gobierno mexicano hacia la comunidad científica, se realizó durante la primera publicación de la Encuesta de Expresiones de Interés (EDIS) en el año 2008 con el propósito de estimular (*4ta Estrategia*) la formación de consorcios “a propósito de la convocatoria que se lanzaría posteriormente por parte del FONCICYT” (Equipo del Lic. *Rafael Pando, conversación personal, marzo del 2013*). En este sentido, fueron recibidas casi 900 respuestas, de las que 317 contaron con todos los elementos necesarios para postularse para la convocatoria. La composición del FONCICYT también fue establecida en los primeros lineamientos y se determinó la composición del Comité Técnico y Administrativo y de la Secretaría Administrativa y la Secretaria

Técnica. Los nombres de los Secretarios Técnicos y Administrativos fueron determinados tanto por el CONACyT como por la Unión Europea y sus tareas asignadas fueron coordinar la comisión de evaluación, otorgar apoyo logístico y elaborar el Manual de Procedimientos y Reglas de Operación (*5ta estrategia*). Además del “diseño y uso de la marca FONCICYT” (Lic. *Rafael Pando, conversación personal, noviembre del 2012*).

Hasta este momento, el estado ha establecido al conjunto de entidades que podrán formar parte dentro de la red y su posición a ejecutar durante los procesos de construcción del conocimiento científico. Así, tres meses después de elaborarse la Encuesta de Expresión de Interés, se lanzó la convocatoria final de la presentación de proyectos del FONCICYT. “La convocatoria solicitó la presentación de propuestas por sistema electrónico en las 12 áreas temáticas establecidas en el acuerdo de colaboración en ciencia y tecnología. Se recibieron casi 900 respuestas, de las que 317 contaron con todos los elementos necesarios para postularse para la convocatoria”³⁶. Dentro de estos 317 proyectos presentados se encuentra el “Consortio Europa-México para el desarrollo de aplicaciones en Información cuántica y tecnologías de comunicación” postulado por el Laboratorio de Óptica Cuántica del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM.

Los requisitos establecidos por la convocatoria así como los roles establecidos hacia universidades, centros de investigación, científicos, directivos, empresas públicas y privadas han quedado estipulados en la Ley de Ciencia y Tecnología, el Programa Nacional de Desarrollo, el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e innovación, 2008-2012 y en el Manual de Procedimientos y Reglas de Operación del FONCICYT, todos ellos alineados al nuevo modelo orientado a la demanda impulsado por el gobierno mexicano. A continuación, aclararé los roles que el estado le ha asignado a las universidades y a los centros de investigación presentes en la red sociotécnica. A partir de ellos se describe el papel que esta entidad tomará en la formación de grupos y relaciones que seguirán dando forma a la red y a los procesos de construcción del conocimiento científico.

³⁶ Catalogo de Proyectos del Fondo de Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología disponible en http://www.pcti.gob.mx/foncicyt/DocumentosInteres/PUBLICACI%C3%93N/CATALOGO_DEL_FONCICYT.pdf

4.3. El papel de las universidades y centros de investigación durante la formación y transformación de la red sociotécnica.

Por el momento, el estado ha definido el papel de las universidades, centros de investigación y/o laboratorios como sujetos de apoyo y ejecutores de los fondos CONACyT y de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico. De acuerdo al artículo II de la Sección IV de la Ley de Ciencia y Tecnología referida anteriormente,

[...] solamente las universidades e instituciones de educación superior públicas y particulares, centros, laboratorios, empresas públicas y privadas y demás personas que se inscriban en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas que establece la Ley podrán ser, mediante concurso y bajo las modalidades que expresamente determine el Comité Técnico y de Administración, con apego a las reglas de operación del Fideicomiso, beneficiarios de los Fondos a que se refiere este artículo y, por tanto, ejecutores de los proyectos que se realice con recursos de esos fondos.

Los recursos para los apoyos derivados de la convocatoria FONCICYT han quedado definidos bajo dos modalidades:

- Modalidad A: Creación y fortalecimiento de redes conjuntas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, por un importe máximo hasta por 100,000 euros equivalentes a \$1,603,460.001 pesos mexicanos;
- Modalidad B: Proyectos conjuntos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, por un importe máximo hasta por 1,000,000 euros equivalentes a \$16,034,600.001 pesos mexicanos (Convocatoria FONCICYT 2008³⁷).

En ambos casos “es responsabilidad nuestra (de los investigadores) generar un grupo de trabajo y alianzas con los socios académicos y empresariales para poder participar en la convocatoria” (*Dr. Alfred U’Ren, Conversación Personal, diciembre 2012*). Las universidades podrán crear unidades de transferencia de conocimiento, las cuales deberán tener el propósito de promover su vinculación con los sectores

³⁷ Disponible en : <http://www.conacyt.gob.mx/FondosyApoyos/Internacionales/pcti/2008/FONCICYT-Convocatoria-2008.pdf>

productivos y de servicios y, en caso de recibir recursos públicos, deberán de ser destinados “exclusivamente a generar y ejecutar proyectos en materia de desarrollo tecnológico e innovación y promover su vinculación con los sectores productivos y de servicios” (Ley de Ciencia y Tecnología, Artículo 40 BIS). La innovación es definida como “la generación un nuevo producto, diseño, proceso, servicio, método u organización; y por desarrollo tecnológico, el uso sistemático del conocimiento y la investigación dirigidos hacia la producción de materiales, dispositivos, sistemas o métodos incluyendo el diseño, desarrollo, mejora de prototipos, procesos, productos, servicios o modelos organizativos” (Ley de Ciencia y Tecnología).

Al delegar el estado la responsabilidad a las Universidades de generar los consorcios y las relaciones entre entidades, se permite la movilización de nuevos flujos, la formación de nuevas alianzas y la transformación de roles en los procesos de producción del conocimiento científico y en su posterior legitimación. En el siguiente apartado describiré estas movilizaciones a partir del proyecto “Consortio Europa-México para el desarrollo de aplicaciones en Información cuántica y tecnologías de comunicación” postulado ante el FONCICYT por el Laboratorio de Óptica Cuántica del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM en la figura del Dr. Alfred U’Ren. La formación de este consorcio será capaz de mostrarnos nuevas formaciones a las ya realizadas por el estado anteriormente.

4.3.1. El establecimiento de alianzas académicas en la red sociotécnica

El lanzamiento de la Convocatoria FONCICYT 2008 y el interés por parte del Laboratorio de Óptica Cuántica de formar parte de éste, movilizó el desarrollo de nuevas relaciones y asociaciones en la red sociotécnica. El caso que a continuación se describe nace a partir de una serie de entrevistas, conversaciones e intercambios de correos electrónicos realizados en el periodo 2012-2013 con el Dr. Alfred U’Ren, investigador a cargo del Laboratorio de Óptica Cuántica y su equipo de trabajo. Estos acercamientos permitieron realizar un rastreo del papel de la universidad en la red sociotécnica, particularmente en los procesos de formación de grupos, procesos de traducción y en las transformaciones presentes en la producción del conocimiento científico. El objetivo inicial del proyecto fue definido como “el estudio de técnicas experimentales para la generación de luz no clásica con propiedades espectrales,

temporales y espaciales específicos, adaptados para aplicaciones específicas” (*Dr. Alfred U’Ren, Conversación Personal, diciembre 2012*).

La convocatoria FONCICYT en su sección 4.1: Elegibilidad de los Solicitantes establece que:

- Serán elegibles las propuestas en las que participen, al menos, dos (2) entidades europeas y dos (2) entidades mexicanas.
- Se privilegiará la participación empresarial en las propuestas, siendo necesario que se determine el usuario final de los proyectos presentados y el beneficio resultante para la sociedad.

Si el equipo de trabajo del Dr. U’Ren buscaba establecerse como elegible tenía que cumplir los requisitos establecidos en la convocatoria y establecer alianzas con entidades europeas, mexicanas y empresariales. Así, la primera alianza desarrollada fue llevada dentro del Instituto de Ciencias Nucleares y fue dirigida a “aquellos investigadores que compartían la misma línea de investigación” con el objetivo de producir investigaciones que cumplieran con las expectativas y el primer objetivo del proyecto. Los recursos económicos del proyecto serían compartidos entre todos los investigadores” (*Dr. Alfred U’Ren, Conversación Personal, diciembre 2012*). Los primeros investigadores enrolados por el equipos del Dr. U’Ren fueron los siguientes:

- Dr. Octavio Héctor Castaños Garza
- Dr. Eduardo Nahmad Achar
- Dr. Ramón López Peña
- Dr. Jorge Gustavo Hirsch Ganievich

El segundo nivel de formación de grupos fue realizado dentro de la División de Información Cuántica de la Sociedad Mexicana de Física donde se realizó una invitación a todos sus miembros a participar en el Fondo de Cooperación Científica y Tecnológica de México y la Unión Europea. El requisito fue formular investigaciones alrededor de los protocolos de procesamiento y transmisión de información cuántica. Se seleccionaron los proyectos que pudieran alinearse con el objetivo inicial del programa y se establecieron los trabajos de cooperación. El siguiente paso fue el

desarrollo de alianzas de investigación y de cooperación con socios académicos europeos. La relación académica ya existente entre instituciones académicas y europeas facilitó este proceso: formar “un equipo de trabajo confiable nos permitiría acercarnos a una posible incorporación del sector empresarial” (*Dr. Alfred U’Ren, Conversación Personal, diciembre 2012*). El siguiente punto describe justo el proceso de interesamiento del sector empresarial mexicano y su implicación dentro de la red sociotécnica.

4.3.2. Cómo agua y aceite: vinculación entre el sector académico y empresarial

Para el Dr. U’Ren y su equipo, los protocolos de procesamiento y transmisión de información cuántica es una alternativa a los procedimientos basados en las leyes de la física clásica y que se deben de considerar para el futuro: “La información Cuántica es un área de enorme importancia por sus posibles implicaciones revolucionarias para la informática y comunicaciones” (*A. U’Ren, conversación personal, diciembre del 2012*). Pensando que los resultados de las investigaciones pudieran ser utilizados en el diseño y desarrollo de nueva tecnología basada en las propiedades de la física cuántica, particularmente en la fotónica, se buscó la vinculación con el sector industrial mexicano. Con esto se logro posicionar las propiedades de la física cuántica como entidad fundamental para el desarrollo de las negociaciones con el sector empresarial. Bajo estos argumentos y con la idea de que una colaboración más estrecha con los socios comerciales que dan forma el consorcio ayudarán a “llevar a cabo un mayor número en el registro de patentes” por parte del sector industrial (*A. U’Ren, conversación personal, diciembre del 2012*), se logró un interesamiento y posterior enrolamiento por parte de CONDUMEX y IUSACELL.

Grupo CONDUMEX es “una empresa de Grupo Carso dedicada a la manufactura y comercialización de productos para la industria de la construcción, energía, electrónica, automotriz y telecomunicaciones”³⁸. Este grupo desarrolla junto

³⁸ Durante más de un año se buscó el desarrollo entrevistas, conversaciones o cualquier acceso a la información relacionada con el papel del grupo dentro del Consorcio. Se realizaron llamadas telefónicas e intercambio de correos con miembros del consejo directivo del grupo y debido a la existencia del posible desarrollarlo de patentes, se restringió el acceso a la información. Finalmente se recibieron dos documentos informativos que describen tanto las actividades del grupo como el tipo de investigaciones realizadas dentro de el. Al día de hoy el Grupo CONDUMEX se ha negado a mencionar cuáles de los elementos encontrados durante las investigaciones serán utilizados para su desarrollo tecnológico.

con el Centro de Investigación y Desarrollo Carso, investigaciones alrededor de los sistemas ópticos que permiten la mayoría de los procesos técnicos presentes en las telecomunicaciones, por lo que “el desarrollo de investigaciones que pudieran desencadenar en nueva tecnología en esta área fue automáticamente de su interés” (A. U’Ren, *conversación personal, diciembre del 2012*). Las negociaciones con el sector empresarial aunque exitosas, “no se vieron potenciadas en un trabajo de colaboración durante el transcurso del proyecto y se vieron limitadas al inicio y final de las investigaciones” (A. U’Ren, *conversación personal, diciembre del 2012*). Los primeros acercamientos “nos mostraron que deberíamos de producir investigaciones que pudieran traducirse en avances tecnológicos que resultaran en una fase de comercialización por parte del Grupo” (A. U’Ren, *conversación personal, diciembre del 2012*).

La problematización realizada por parte del estado alrededor de los anteriores modelos de producción del conocimiento científico ha posicionado al sector empresarial como una entidad final (beneficiaria) de las investigaciones desarrolladas dándoles “la oportunidad de elegir aspectos específicos de nuestros resultados para desarrollarlos comercialmente” (A. U’Ren, *conversación personal, diciembre del 2012*). Su rol final será decisivo en la aplicabilidad técnica del conocimiento. De esta manera, a pesar de que “en México no existen ejemplos exitosos hasta el momento de las relaciones entre academia e industria” (Dr. Alfred U’Ren), se logró la finalización del proceso de formación de grupos. La alineación de los objetivos conforme a los lineamientos establecidos dentro de la Convocatoria FONCICYT y la formación del grupo de trabajo permitieron la incorporación del “Consortio Europa-México para el desarrollo de aplicaciones en Información cuántica y tecnologías de comunicación” (Figura 24) dentro del catalogo de proyectos del FONCICYT.

Figura 24. El consorcio Europa-México

México	Universidad Nacional Autónoma de México , UNAM Instituto de Ciencias Nucleares	
	Instituto de Física de la Universidad de Guanajuato, IFUG. (Grupo de Óptica Cuántica)	
	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C., CICESE	
	Centro Nacional de Metrología, CENAM	
	Empresas	CONDUMEX. Centro de Investigación y Desarrollo Carso, CIDECA IUSACELL
Europa	Clarendon Laboratory, Universidad de Oxford (Reino Unido). Grupo de Óptica Cuántica Ultra-rápida.	
	Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO; Barcelona, España). Grupo de Óptica Cuántica.	
	Institute of Electronic Structure & Laser (IESL; Creta, Grecia)	

Fuente: Imagen presentada por Alfred U´Ren durante el Foro FONCICYT de cooperación científica y tecnológica, 2011.

El desarrollo de estos elementos permiten generar una primera configuración de nuestro actor mundo y de los roles llevados a cabo por cada uno de sus componentes. Sin embargo, no será hasta que se complete la red que podamos distinguir el papel de cada componente y su capacidad de agencia dentro de ella en los procesos de legitimación del conocimiento científico. Hasta este momento, el estado se ha posicionado como una entidad fundamental y un punto de paso obligado, ha asignado roles y ha logrado dar forma a las relaciones entre academia e industria. Por su parte, el sector académico a partir de la formación de nuevas relaciones y asociaciones ha traído a la red nuevas entidades heterogéneas como investigadores, laboratorios, instituciones privadas, e inclusive ha logrado posicionar a las propiedades físicas de la luz como una entidad fundamental en las negociaciones con el sector empresarial.

La integración del consorcio permitió el inicio del desarrollo de los proyectos de investigación y de construcción del conocimiento. Se elaboraron 55 documentos de carácter académicos que permitieran consolidar el conocimiento desarrollado. La exploración de estos documentos nos permite realizar un mapeo de relaciones y asociaciones entre las distintas entidades participes en la red. El siguiente punto

muestra la configuración de la red a partir de las relaciones y asociaciones formadas alrededor de estos documentos.

4.4. Mapas de relaciones y asociaciones dentro de la red sociotécnica

El rastreo del desarrollo de los 55 documentos académicos ha posibilitado realizar un mapeo que permite visualizar y distinguir no solo asociaciones y relaciones entre sujetos e instituciones, sino también posicionamientos dentro de la red, particularmente en su dimensión académica. La detección y selección de estos documentos se dio gracias a las comunicaciones establecidas con el Dr. Alfred U´Ren, el M.F Héctor Cruz Ramírez (colaborador del Laboratorio de Óptica Cuántica de la U.N.A.M) y el M.F Roberto Ramírez Alarcón (colaborador del Laboratorio de Óptica Cuántica de la U.N.A.M).

Para la generación de los mapas se almacenó en una base de datos toda la información correspondiente a los artículos académicos indexados (Ver Anexo 1): título, autores, instituciones, dependencias, fecha de elaboración y fuente de publicación. Esta información fue introducida en el software de análisis de redes Cytoscape donde se utilizó como fuente de interacción la columna del nombre del artículo y como objetivo de interacción el correspondiente a la institución perteneciente. Como resultado se obtienen las relaciones y asociaciones formadas entre las entidades participantes en la red (Ver Figura 25). Dentro de nuestra figura cada nodo es representado con un color que va de verde a rojo. La intensidad o calidez del color nos indica la cantidad de relaciones a la que cada nodo se conecta, es decir un nodo con mayor cantidad relaciones tendrán un color más cálido que un nodo con una menor cantidad de relaciones. Esto quiere decir que aquellos nodos marcados con un color rojo tiene una mayor capacidad de enrolamiento que el resto de los nodos, esto también indica que la entidad representada puede ser determinada como un agente dentro de la red.

Específicamente, las formaciones de grupos llevadas a cabo por el ICFO-Instituto de Ciencias Fotónicas de Barcelona y el Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) de la Universidad Nacional Autónoma de México, han logrado posicionarlas como las entidades de mayor producción de textos, lo que les da un mayor peso dentro de sus nodos y la capacidad de pasar de una figura de actante a otra de actores.

Particularmente la relación del ICN con el Dr. Alfred U´Ren (ver figura 26), entidad mexicana con mayor grado de “asociaciones” con alguna revista científica, posiciona tanto al instituto como a la figura del Dr. U´Ren como una entidad con un mayor grado de enrolamiento en esta dimensión de la red. A pesar de que estos mapas no logran configurar toda la red, si nos permiten dar cuenta de algunas relaciones y asociaciones formadas en la dimensión académica.

La ausencia del posicionamiento de las entidades empresariales en el total de los documentos académicos generados y por lo tanto, en el conocimiento generado por la dimensión académica del consorcio, nos indica que aún ciertas dimensiones de los procesos de producción del conocimiento científico conservan esfuerzos individuales por ciertas entidades de la red. El elemento capaz de vincular las distintas dimensiones no será una entidad sino las practicas de comunicación o reflexividad que se dan entre ellos. Las figuraciones formadas a partir de los mapas presentados y de las estrategias con las que ciertas entidades se posicionan nos permite identificar cómo es que cada movimiento y cada proceso dan forma a la estructura de la red. Toda su estructura, sus normas, sus enunciados y sus reglas conducirán a su objetivo final: la producción del conocimiento científico.

La centralidad de algunas de las entidades mostradas en la red nos indica más allá de su capacidad de enrolamiento su carácter de agencia en cualquier punto dentro del proceso de construcción. Son entidades situadas como puntos de paso obligado en la construcción del conocimiento científico. A continuación se puntualizara cómo a partir de cada movilización presentada, la red sociotécnica de producción y de innovación del conocimiento científico da forma a un sistema circulatorio de flujos que permiten la construcción y posterior legitimación del conocimiento científico.

4.5. El sistema circulatorio de la red sociotécnica. Formaciones y transformaciones que legitiman el conocimiento científico

A lo largo de este capítulo se ha visto cómo una diversidad de técnicas y estrategias configuran la forma en que la red sociotécnica se moviliza y trabaja durante los procesos de construcción del conocimiento científico. Cada movimiento y cada proceso da forma a su estructura y a su fin. Después de procesos de reconstrucción y configuración por parte del estado, logró posicionarse el modelo de producción “orientado a la demanda”. Este modelo posiciona al estado como el regulador y ejecutor de todas las políticas que regulan la red y por lo tanto dan forma al resto de los actores de la red.

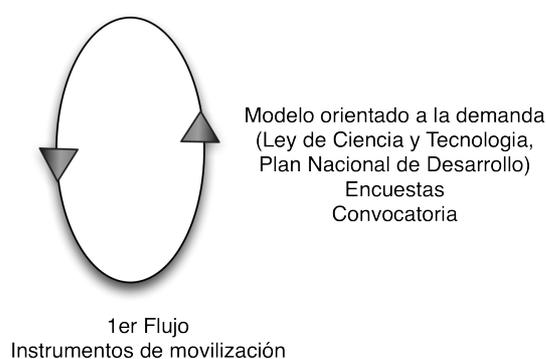
Una red sociotécnica de producción y de innovación del conocimiento científico es una entidad compleja. Se convierte en un sistema que opera bajo elementos no lineales y sus acciones dependerán del trazado que los propios actores configuren. La formación final la dará la entidad con mayor capacidad de enrolamiento y por lo tanto, será el ejecutor de la gran mayoría de movimientos. El resto de los actores o entidades como instituciones, dependencias, coordinaciones, investigadores, laboratorios, empresas y artefactos dan forma a las interacciones que permiten las movilizaciones y trayectorias que pueden generarse. En conjunto, los elementos que configuran las redes son entidades coherentes, es decir, tienen una relación lógica y adecuada de acuerdo al resto de las partes que la conforman, son autoorganizadas ya que ellos mismos configuran sus movilizaciones, sus formaciones y sus relaciones.

La estructura de la “nueva” red sociotécnica alrededor del proyecto establecido por el estado y denominado FONCIYT, desplegó 5 movilizaciones centrales desde las cuales se realizaron las operaciones, controversias, formaciones y transformaciones de la red original. A partir de la heterogeneidad de los vínculos y el conjunto de estrategias generadas para dar forma a la red, es posible esbozar el sistema circulatorio de los hechos científicos (Latour, 2001) y cómo éstos configuran la legitimación del conocimiento científico. A continuación se enumeraran los distintos flujos que el estado, de la mano del CONACyT, tuvo que realizar y cómo juntas dan forma a la versión final de la red sociotécnica.

1. Primer flujo: Movilización del mundo.

En este flujo se incluyen todos los instrumentos y medios utilizados para llevar a la red hasta el lugar “donde se producen las controversias” (Latour, 2001, p.122). Para el desarrollo de estas primeras movilizaciones, el estado logra posicionar a los modelos tradicionales de producción del conocimiento científico como modelos dispersos, aislados y cuyos beneficiarios, de acuerdo al estado, no era el país sino los desarrolladores. La generación de estas controversias alrededor del modelo tradicional logró posicionar el nuevo modelo de producción del conocimiento científico orientado a la demanda. La estructura del modelo fue plasmada en requerimientos, leyes y reglamentos que funcionan como entidades de mediación al transformar los objetivos iniciales de las entidades participes en la red sociotécnica. La movilización de estas primeras controversias permite la aplicación del nuevo modelo dentro de la agenda nacional de ciencia y tecnología.

Figura 27. Primer flujo: movilización del mundo.

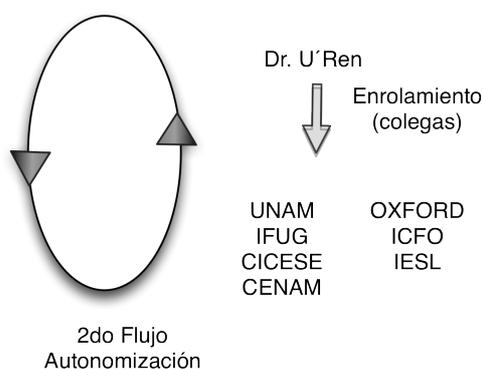


Fuente: Elaboración Propia

2. Segundo flujo: autonomización (colegas).

Este flujo nos permite observar cómo una disciplina, una profesión o un grupo de investigación “conforma su propio criterio de valoración y relevancia” (Latour, 2001, p.124) y realiza su primera labor de convencimiento a un grupo de colegas. En este flujo introduciremos la historia de las relaciones y asociados que lograron dar forma al grupo de investigación liderado por el Dr. U´Ren. El Dr. Alfred U´Ren ha pasado de ser un actante a ser un actor cuya capacidad de enrolamiento durante la formación del grupo lo posiciona como una entidad principal dentro de la red sociotécnica establecida. Él y su equipo se encargarán de dar forma al grupo de investigación que será presentado frente a otro actor de la red como el CONACyT.

Figura 28. Segundo flujo: autonomización

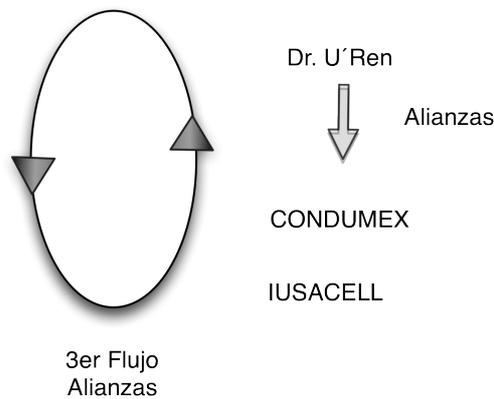


Fuente: Elaboración Propia

3. Tercer flujo: alianzas.

Cada una de las movilizaciones desarrolladas desde el primero y segundo flujo permiten la formación de grupos que inclusive anteriormente era imposible conjuntarlos y que de pronto “se encuentran embarcados en una misma controversia científica” (Latour, 2001, p. 125). En el caso de nuestra red sociotécnica se observa la formación de alianzas entre dos grupos empresariales y el grupo de investigación del Dr. U´Ren. El nacimiento de esta alianza toma forma justo en el momento en que el estado enrola la figura del grupo de investigación del Dr. U´Ren y asigna como un requerimiento la formación de una nueva asociación integrada por el sector académico y el empresarial. Este último se posiciona como uno de los beneficiarios finales del conocimiento desarrollado.

Figura 29. Tercer flujo: alianzas

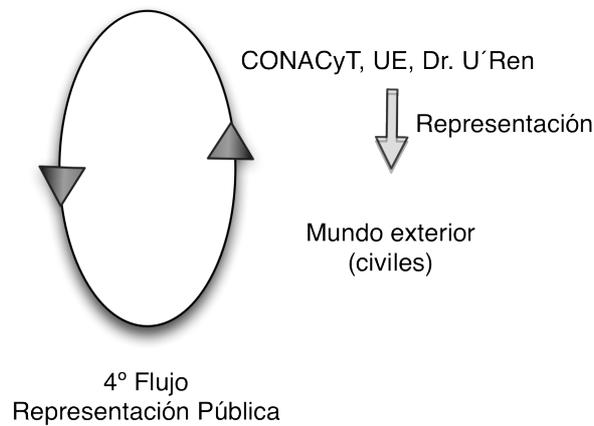


Fuente: elaboración propia.

4. Cuarto flujo: representación pública.

Este bucle figura las formas en que se cultivan las controversias ante el mundo externo. En el caso de nuestra red sociotécnica, son dos momentos en los que se oficializa el “desarrollo” del nuevo modelo de producción del conocimiento científico. El primero de ellos es el lanzamiento ante los medios del FONCICYT en febrero del 2008 de la mano del Comisario de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Unión Europea, Janez Potocnick y Juan Carlos Romero Hicks, Director General del CONACYT. Este lanzamiento busca posicionar la visión del modelo orientado en la demanda dentro del “mundo exterior” (Latour, 2001, p. 127) de los civiles. El segundo de ellos se realizó a finales del 2011 con la presentación final de los resultados del fondo. Por último, podemos introducir una tercera representación pública llevada a cabo por el Dr. U’Ren y el Instituto de Ciencias Nucleares ante el periódico El Universal en diciembre del 2010. Este flujo exige a los científicos “un conjunto de habilidades completamente diferentes a las consideradas hasta ahora” (Latour, 2001, p. 127). En este flujo no se busca generar alianzas o atraer colegas sino generar una confianza de parte del mundo exterior en el conocimiento desarrollado y en el valor de su aplicabilidad. De esta manera, se extiende la movilización del conocimiento desarrollado hasta este momento solo perteneciente a ciertos miembros de la red.

Figura 30. Cuarto flujo: representación pública

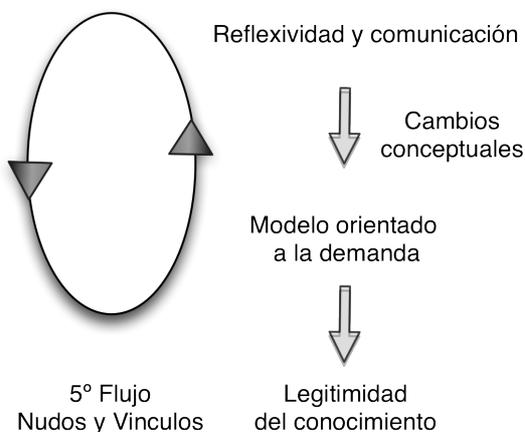


Fuente: Elaboración propia

5. Quinto flujo: vínculos y nudos.

El propósito de este flujo es mantener unida la heterogeneidad del resto de los elementos que forman la red sociotécnica (Latour, 2001). Este flujo está formado por las prácticas de reflexividad y de comunicación entre entidades que permiten el nacimiento de nuevas relaciones y permiten nuevas mentalidades y valoraciones capaces de causar cambios de las actuales perspectivas conceptuales, básicamente el cambio al modelo orientado a la demanda y su repercusión en la legitimidad del conocimiento científico.

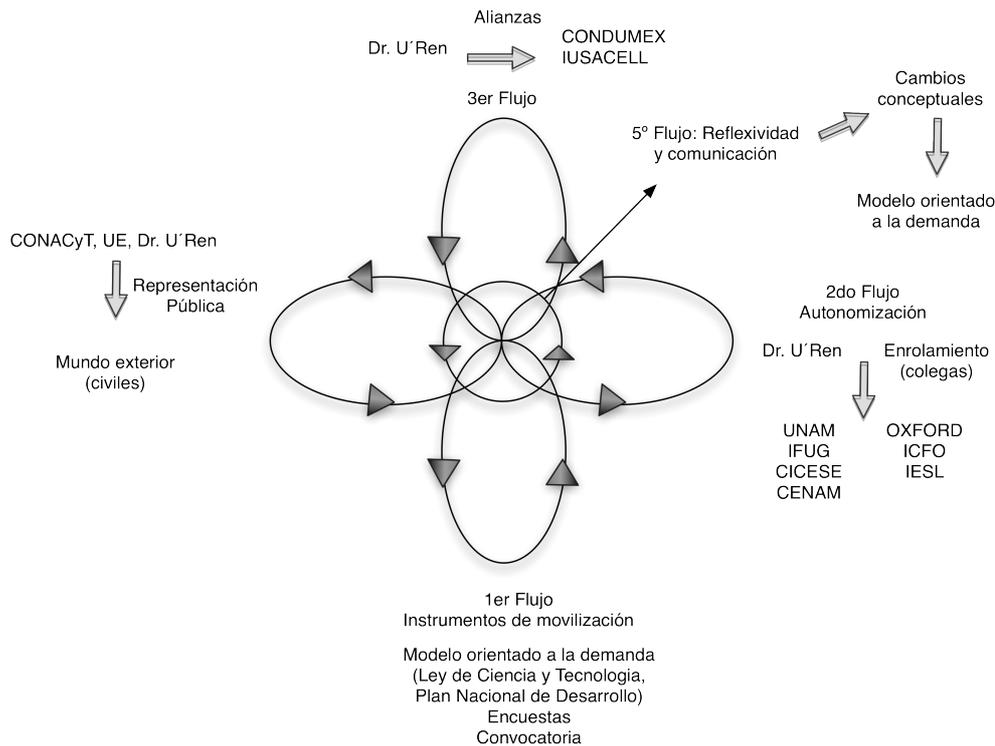
Figura 31. Quinto flujo: nudos y vínculos



Fuente: elaboración propia.

La funcionalidad de cada flujo no cumple con su objetivo si no trabaja conjuntamente. Para que cada uno ellos pueda funcionar tienen que conjuntarse en un circuito capaz de lograr describir las movilizaciones y dinámicas dentro de la red sociotécnica como se muestra en la siguiente figura.

Figura 32: El sistema circulatorio de la red sociotécnica



Fuente: elaboración propia.

Son las prácticas de reflexividad y comunicación el pegamento que mantiene unida la funcionalidad del resto de los bucles. Cada aspecto dinámico y cada movilización será conectada con la ayuda de estas prácticas. La evolución de las redes sociotécnicas y sus modelos de producción del conocimiento científico han desembocado en prácticas de legitimación donde la antigua creencia que su desarrollo era exclusivamente académico ha quedado en el pasado. Ahora bien, una vez descrito el flujo de movilizaciones podemos empezar a construir cómo su nacimiento da forma a cada uno de los conceptos vistos anteriormente y cómo configura la participación de las entidades en la red. Esta configuración dictará el papel de cómo se comporta la red

y sus movilizaciones en los procesos de construcción de conocimiento científico, incluyendo el de su legitimidad.

4.6. El nacimiento de nuevos flujos y asociaciones dentro de la red sociotécnica

Dentro del recorrido de este capítulo se han ido vislumbrando diversas categorías y conceptos que han sido abordados y descritos en el segundo capítulo de esta investigación. Cabe recordar en este momento que para que seamos capaces de nombrar al conjunto de nuestras entidades y al conjunto de movimientos y de transformaciones como una red sociotécnica, tendremos que primero lograr definir el total de elementos que configuran la red y su tarea realizada dentro de ella. Recordando que un actor dentro de este entramado puede ser definido a partir de los eventos, mediaciones o movimientos realizados (Latour, (2005) entonces podemos empezar a nombrar el total de las entidades encontradas hasta este momento en nuestra red:

Entidades gubernamentales:

- CONACYT
- Unión Europea

Entidades educativas:

- Centros de investigación mexicanos: ICN, IFUG, CICESES, CENAM, Grupo de Óptica Cuántica, División de Información Cuántica de la Sociedad Mexicana de Física.
- Centros de investigación europeos: IFCO, Oxford, IESL

Entidades del sector privado:

- CONDUMEX
- IUSACELL

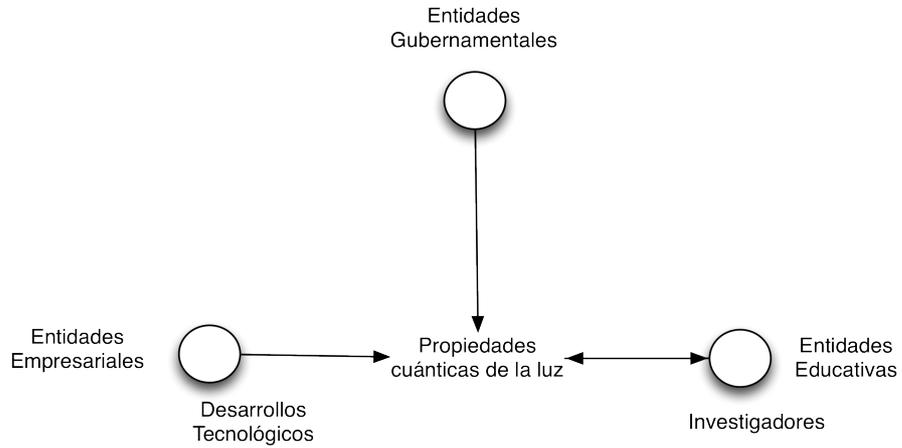
Cuasi-objetos y cuasi-sujetos

- Modelo orientado a la demanda
- Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012

- Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2008-2012
- Fondo de Cooperación Internacional para el fomento de la Investigación Científica y Tecnológica
- Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas
- la Encuesta de Expresiones de Interés
- Manual de Procedimientos y Reglas de Operación
- Desarrollos Tecnológicos
- Artículos académicos resultantes de la investigación.
- Propiedades cuánticas de la luz
- Lic. Rafael Pando
- Dr. Alfred U'Ren
- Dr. Octavio Héctor Castaños Garza
- Dr. Eduardo Nahmad Achar
- Dr. Ramón López Peña
- Dr. Jorge Gustavo Hirsch Ganievich

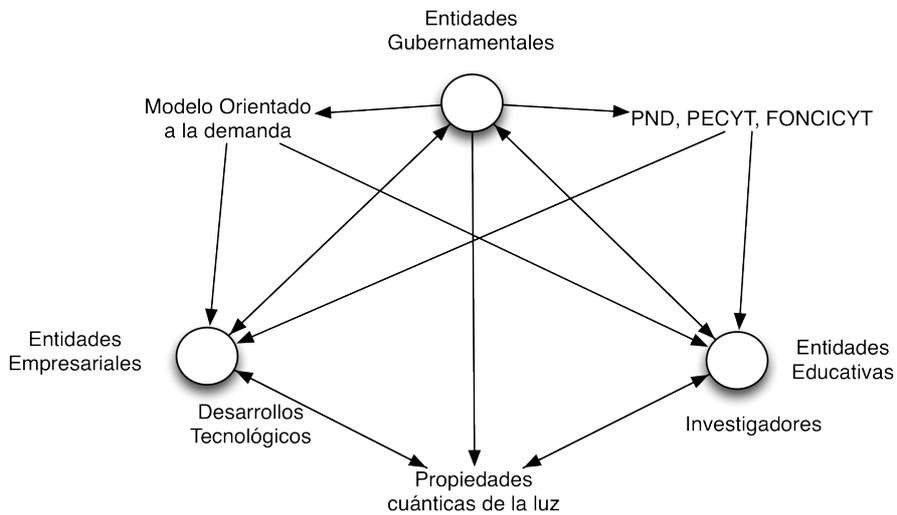
Es importante destacar que la teoría seleccionada (Teoría del Actor Red) nos ha permitido reconstruir el propio mapa formado por cada uno de las entidades participes en el proyecto a partir de sus relaciones, negociaciones y traducciones. El siguiente esquema nos muestra cómo las entidades gubernamentales, educativas y privadas junto con los cuasi-objetos y cuasi-sujetos forman el primer esqueleto básico de nuestra red.

Figura 33. Primer esquema de relaciones: previa intervención del estado y de los programas de acción.



Fuente: Elaboración propia

Figura 34. Primer esquema de relaciones: después de la intervención del estado y de los programas de acción.



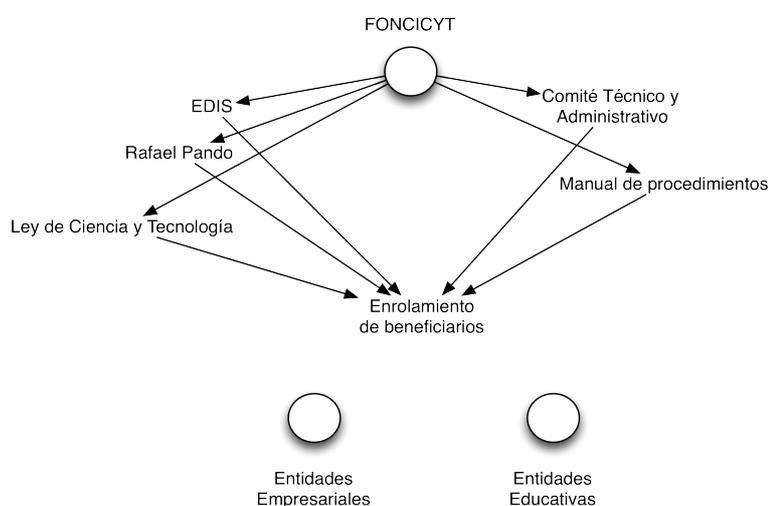
Fuente: elaboración propia

La teoría de Keynes en torno al modelo político y económico orientado a la demanda retomada por el estado mexicano dentro de la entidad nombrada como Plan Nacional de Ciencia y Tecnología y desde la cual se rigen los programas abordados

en esta investigación como el FONCICYT, logra posicionar de primera instancia al estado como una entidad central dentro de la red. Las políticas públicas desarrolladas y plasmadas dentro documentos y políticas gubernamentales se posicionan en este momento como cuasi objetos en espera de ser traducidas y convertidas en una nueva instancia. Estos cuasi-objetos o documentos buscan establecer mecanismos de coordinación entre el estado y el resto de las entidades de la red a partir de la formación de nuevos grupos y relaciones; para que esto suceda el estado ha tenido la capacidad de lograr el enrolamiento de entidades cómo investigadores, instituciones educativas y empresariales. Cómo primer paso se ha dado forma a la creación del Fondo de Cooperación Internacional para el fomento de la Investigación Científica y Tecnológica (FONCICYT).

Siendo el FONCICYT parte de los mecanismos establecidos por el estado para posicionarse como actor dentro de la red, éste logra funcionar primero como un “intermediario” entre las acciones del estado y el resto de las entidades ya mencionadas dentro de la red. El FONCICYT logra encargarse de transportar significados, agendas, políticas o movilizaciones sin realizar realmente transformación alguna de los datos de entrada preparados por el estado. Como buen intermediario dentro de la red, el FONCICYT forma parte de una diversidad de entidades, las cuales le permiten funcionar en el fondo como una unidad desde la cuál se logra la incorporación de científicos y el establecimiento o enrolamiento de beneficiarios que a su vez generan nuevos grupos dentro de la red.

Figura 35. El FONCICYT como enrolador.



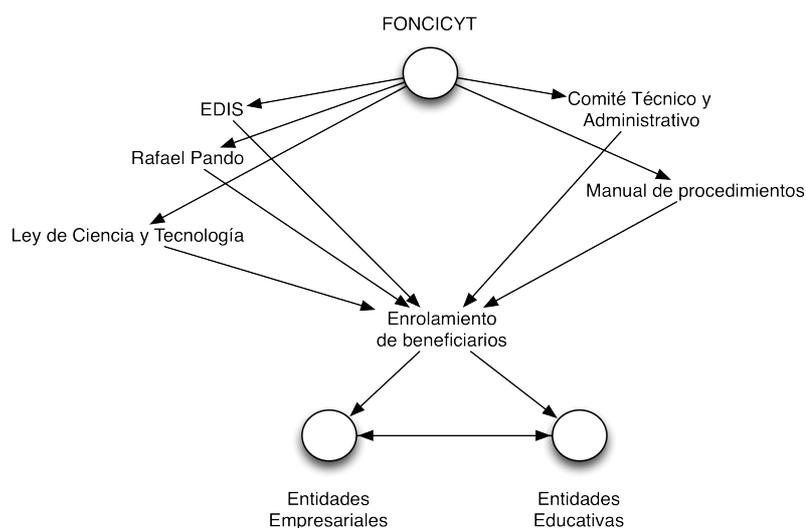
Fuente: elaboración propia.

Lista de entidades intermediarias de la mano del FONCICYT:

- Rafael Pando.
- Encuesta de Expresiones de Interés (EDIS)
- Formación de consorcios
- Composición del Comité Técnico y Administrativo y de la Secretaría Administrativa y la Secretaria Técnica
- Manual de Procedimientos y Reglas de Operación
- Ley de Ciencia y Tecnología, el Programa Nacional de Desarrollo, el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e innovación, 2008-2012

Cada una de estas entidades dan muestra tanto de la capacidad enroladora del estado como el del desplazamiento de entidades dentro de la red a través de distintos intermediarios.

Figura 36. Desplazamiento de entidades educativas y empresariales cómo beneficiarios del FONCICYT



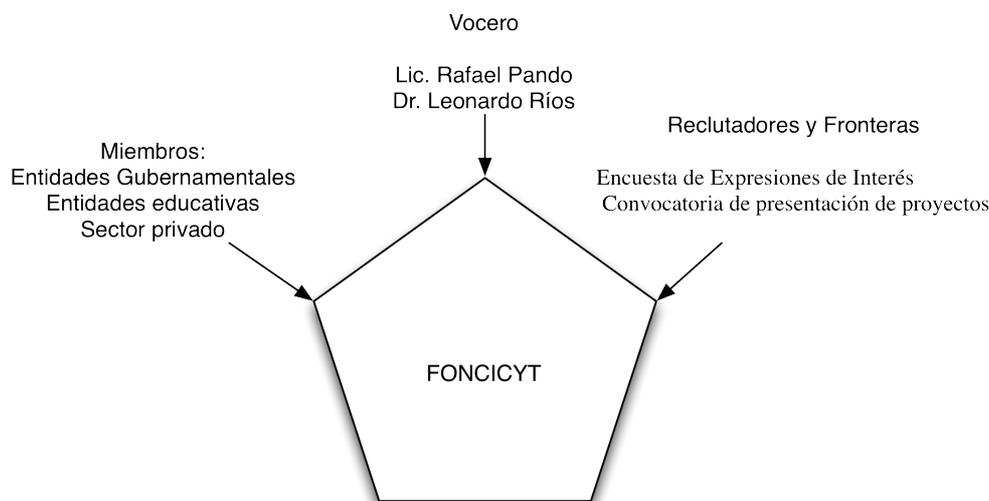
Fuente: elaboración propia.

Este fondo emerge también cómo una entidad formadora de grupos desde la cual es posible desarrollar habilidades de mediación y traducción a parte de las de intermediación por parte del estado. La formación de nuevos grupos establece nuevas rutas, mecanismos y relaciones entre entidades que modifican la forma, la movilidad y el dinamismo del resto de las entidades de tal manera que, sin la formación de estas nuevas rutas, sería imposible realizar un rastreo del resto de las entidades.

La delineación de estos grupos es liderada bajo la figura de actores como el Dr. Leonardo Ríos Guerrero: Director Adjunto de Desarrollo Tecnológico e Innovación y Director del FONCICYT y del Lic. Rafael Pando, Secretario Administrativo del FONCICYT. Estos dos últimos apoyados por cuasi-objetos como el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 y el Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2008-2012 son dispuestos como intermediadores o voceros del fondo y de las políticas públicas en materia de ciencia y la tecnología. Un vocero dentro de la formación de un grupo se encargará de hablar a favor de la existencia del grupo, justificando su existencia, invocando reglas y comparando definiciones (Latour, 2005). El primer reclutador del grupo es manifestado a través de la Encuesta de Expresiones de Interés y la Convocatoria de presentación de proyectos del FONCICYT, los cuales pasan de ser un cuasi-objeto a un actante dentro de la red al lograr atraer nuevas entidades a la misma. Estas entidades además de tener la tarea de reclutar, delimitan las fronteras del grupo al establecer las características y lineamientos de las nuevas conexiones establecidas dentro de la red.

Estas nuevas relaciones le permiten al estado posicionarse como un punto de referencia o punto de paso obligado dentro de la red y por lo tanto dentro de los procesos de producción del conocimiento científico, uno de ellos la legitimación del conocimiento.

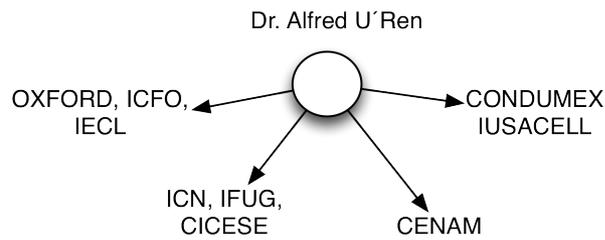
Figura 37. Formación de grupos FONCICYT



Fuente: elaboración propia.

Cada uno de estos elementos, una vez movilizados, trae consigo nuevas dinámicas que lograrán generar nuevos desplazamientos, nuevas mediaciones y nuevas entidades dentro de la red. Parte de las nuevas entidades reclutadas por la Encuesta de Expresiones de Interés y la convocatoria de presentación de proyectos para el FONCICYT, han sido las comunidades académicas, científicas y tecnológicas del país. Se integraron 317 nuevas entidades entre las cuales se encuentra el “Consortio Europa-México para el desarrollo de aplicaciones en Información cuántica y tecnologías de comunicación”, la cuál a su vez genera nuevos grupos capaces de seguir o no seguir el programa de acción original propuesto por el grupo. Este consorcio trajo además la incorporación de nuevos agentes académicos que han logrado fungir cómo voceros y enroladores de este nuevo grupo de agentes académicos. El rastreo de la formación de este nuevo grupo nos ha ayudado a detectar nuevos subprogramas de acción y nuevas conexiones entre la red.

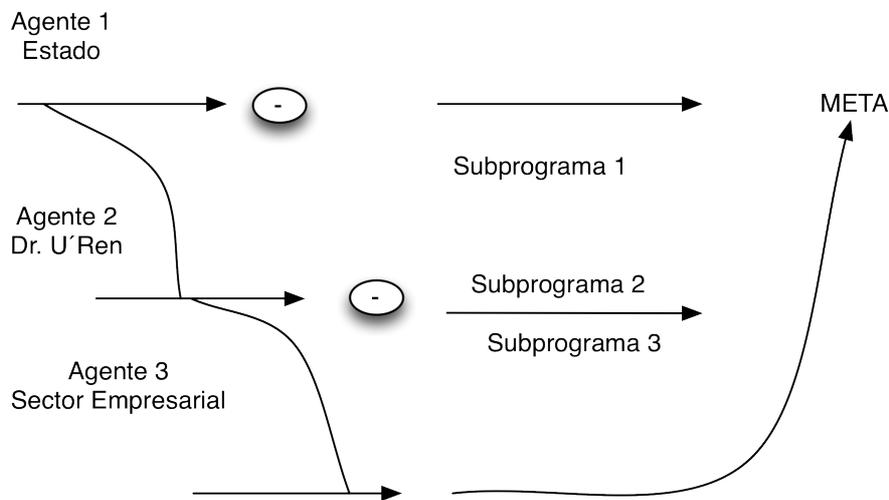
Figura 38. Formación del Dr. U'Ren como agente enrolador dentro de la red



Fuente: Elaboración propia

Es bajo la figura del Dr. Alfred U'Ren como investigador en jefe del proyecto de investigación en donde se da el nacimiento de un nuevo subprograma, junto con su propio programa de acción, que tendrá como objetivo movilizar nuevas relaciones y asociaciones, a partir de los subprogramas formados por el estado, para el desarrollo de un nuevo conocimiento científico con aplicabilidades técnicas específicas (U'Ren, 2012).

Figura 39. Diferentes subprogramas una misma meta



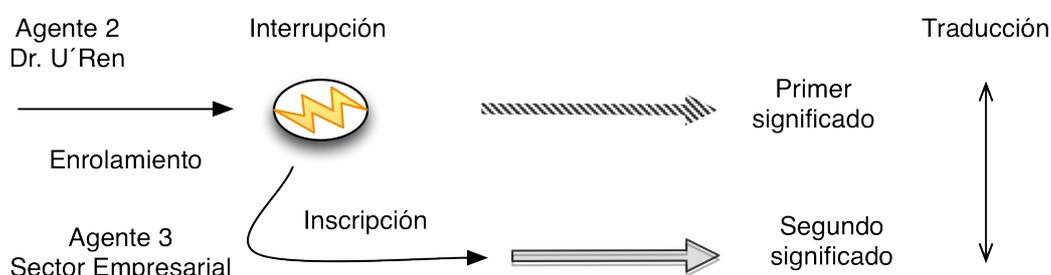
Fuente: elaboración propia.

Esta figura nos muestra cómo a pesar de que cada agente trae consigo su propio subprograma, la meta original desarrollada por el estado ha logrado mantenerse bajo la misma línea desarrollada inicialmente, incluso bajo la incorporación de un tercer subprograma introducido por el sector empresarial. La creación de este último subprograma introduce a las propiedades cuánticas de la luz como una entidad más dentro de la red. De hecho, el valor dado a esta nueva entidad

fue capaz de modificar el subprograma inicial del Dr. U´Ren propuesto ante el FONCICYT para posicionarla con un mayor peso dentro de las negociaciones y posibles aplicaciones tecnológicas del conocimiento desarrollado.

Con la inclusión del sector empresarial en la red sociotécnica se alinearon los objetivos iniciales del subprograma inicial del Dr. U´Ren para lograr combinarse a los intereses del sector empresarial (ver figura 42) de tal manera que pudieran realizarse “una selección de aquellas partes que en su naturaleza fueran más aplicables tecnológicamente” (Dr. U´Ren, *Conversación Personal*, diciembre 2012).

Figura 40. Suma y combinación de subprogramas



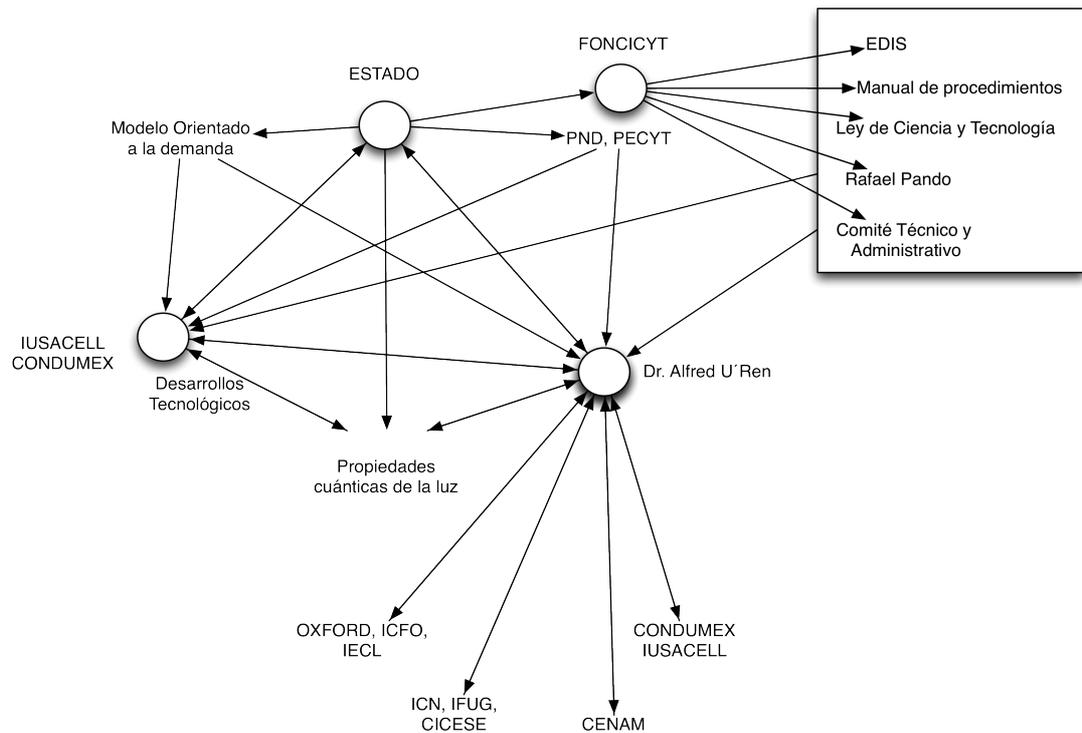
Fuente: elaboración personal.

Por lo tanto, sumadas a los objetivos iniciales de diseñar e implementar fuentes de luz no clásica, estudiar el enredamiento en sistemas de muchos cuerpos y estudiar las formas de transmisión del enredamiento, se tradujo como objetivo el “desarrollo de elementos tecnológicos que permitieran la implementación práctica de protocolos de procesamiento y transmisión de información cuántica” (Dr. U´Ren, *Conversación Personal*). Es decir, se logró la inscripción de una nueva meta a través de las nuevas entidades empresariales, al lograr el sector empresarial incidir en un estado de cosas o elementos ha modificado su rol y se convierte en un actor y mediador más dentro de la red. Esta delegación de acción sigue sin seguir modificando la meta original del estado en los procesos de producción del conocimiento científico.

Este nuevo trazado de asociaciones y de dinamismos entre elementos heterogéneos han logrado transformar, traducir y modificar la composición original de la red. La introducción de cada uno de los elementos de la red y el posicionamiento

del resto de los elementos ha determinado la serie de rutas y pasos que deben de ser desplegados para el desarrollo de un conocimiento.

Figura 41. Nuevos trazado de asociaciones



Fuente: elaboración propia.

El hecho de que el estado logre situar su capacidad de agencia como un eje central y punto de paso obligado dentro de la red sociotécnica, lo posiciona como una categoría determinante durante el desarrollo de los procesos de construcción del conocimiento científico orientados en la promoción de un modelo de legitimación del conocimiento basado en la demanda y por lo tanto su aplicabilidad técnica de los sectores estatales e industriales a través del establecimiento de mecanismos de coordinación en material de industria y desarrollo. Son entonces estas formaciones y asociaciones las que han generado que el conocimiento logre legitimarse en función de su aplicabilidad y no en la construcción del conocimiento per se o certificado.

4.7. El papel de la red sociotécnica en la legitimación del conocimiento científico

La Teoría del Actor Red nos ha permitido estudiar los fenómenos de las asociaciones desde una perspectiva sociotécnica, comprendiendo de esta manera la composición heterogénea de la red (Latour, 2001; 2007). Esto nos ha permitido lograr explicar cada uno de sus componentes, sus relaciones y las formas en que se logran producir las conexiones con cada una de las entidades (Doménech & Tirado, 2009). El recorrido anterior me ha permitido enfocarme no en la naturaleza de la ciencia o del conocimiento, sino más bien en la incorporación de sus componentes en nuevos grupos y nuevas relaciones que conectadas dan forma a la red sociotécnica y dan cuenta acerca de cómo los entramados heterogéneos reconfiguran su papel en los procesos de producción del conocimiento científico, particularmente en el caso de su legitimación.

Cada suceso o negociación dentro de la formación y transformación de la red participa entonces en este complejo proceso de configuración. Siendo el fenómeno de traducción uno de los elementos que han permitido la creación de lazos que no existía con anterioridad (Latour, 2001) y que modifican el papel del resto de las entidades en la legitimación del conocimiento. El sistema de relaciones y asociaciones dentro de la red se vuelven vitales en los posicionamientos de los actores y por lo tanto en la manera de producir, medir y comunicar un conocimiento. El posicionamiento por parte del estado del sector empresarial como beneficiario final del conocimiento producido dentro de la red, logra situar los intereses empresariales guiados por lógicas de mercado como un eje central en la validación final del conocimiento desarrollado. Aunado a esto, hemos estado viendo cómo la incorporación de las nuevas tecnologías (TIC's) en el día a día de nuestras vidas, sitúan al ser humano en contextos de cambios fundamentales en la manera de producir, medir, comunicar un conocimiento. Estos nuevos dispositivos, sumados al posicionamiento final del sector empresarial, logran perfilarse como evaluadores (Gaitán, 2010) de la producción científica donde la calidad innovadora de la producción planteada en las investigaciones se convierte en los indicadores por defecto del conocimiento desarrollado.

Esta emergencia de nuevas fuentes de legitimación derivan del momento en el que la información y el conocimiento pasa a ser una nueva fuente de riqueza y poder, por lo que el conocimiento científico y su aplicabilidad técnica logra convertirse en un

bien básico para el sector empresarial, actor posicionado justo al final de la cadena de conocimientos implementada por el gobierno mexicano (ver Figura 23). Las acciones de cada uno de los actores dentro de la red quedan guiadas por sus propios sistemas de valores o intereses; donde al finalizar el valor de la productividad del conocimiento queda definido como mecanismo de legitimación.

Las evaluaciones de los resultados como de los proyectos establecidos dentro del FONCICYT, sus acciones y sus objetivos dependerán de este criterio de valoración (productividad) guiado por decisiones adoptadas en el contexto de políticas de innovación y regulación científica y tecnológica. Los valores epistémicos anteriormente más cercanos a los procesos de legitimación del conocimiento cómo: coherencia, veracidad, precisión o simplicidad han de ser satisfechos, pero no se vuelven suficientes. El conocimiento desarrollado deberá entonces de tener también una utilidad y eficiencia factible dentro de los intereses empresariales. Cada uno de los proyectos establecidos dentro de estas redes sociotécnicas han de insertarse bajo estas líneas prioritarias de investigación definidas tanto por las empresas o por las autoridades gubernamentales en sus convocatorias de proyectos, acciones y programas (Echeverría, 2009).

El establecimiento de las redes sociotécnicas funcionan entonces como un método que permite una rápida adopción y generación del desarrollo de conocimiento científico, siendo el sector empresarial el mayor beneficiado de acuerdo a las políticas establecidas dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 y la Ley de Ciencia y Tecnología. Su funcionamiento se vuelve esencial en la implementación de las nuevas políticas de estado establecidas (Echeverría, 2009). El resultado de sus indicadores se convierten en una nueva herramienta para los tomadores de decisiones y generadores de políticas públicas en el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Estos indicadores, regidos por la aplicación técnica del conocimiento se vuelven una plataforma para el lanzamiento de nuevas inversiones en la Ciencia y Tecnología. La red sociotécnica generada alrededor del FONCICYT se forma como una plataforma para el desarrollo y producción del conocimiento científico de acuerdo a las políticas establecidas. La suma de capacidad de agencia de cada una de las entidades le da de la misma manera una mayor legitimidad en los procesos de construcción del conocimiento, revelando nuevas prácticas y reformando los criterios de valoración y legitimación del conocimiento científico.

La capacidad colaborativa de la red sociotécnica es instalada como una plataforma necesaria para la aplicación técnica del conocimiento donde su capacidad heterogénea junto con sus negociaciones y relaciones son las que dan forma a estas nuevas practicas de legitimación del conocimiento. Las prácticas científicas, entonces, quedan insertadas en el marco de beneficios particulares de las entidades beneficiarias finales. Estas redes entonces legitiman e institucionalizan (Gaitán, 2010). El orden económico y político ha generado el desarrollo de redes sociotécnicas que reflejan su estrategia al posicionarse como formaciones autorizadas de producción del conocimiento científico. Nos encontramos entonces ante una vinculación de la legitimidad con el poder, que se ejerce a través de un orden jerárquico donde las fuentes de legitimidad política se transforman hacia formas abiertas y de mercado (Mendiola, p.28 en Gaitán 2010) donde son estas relaciones, estas formaciones de grupos y estas negociaciones las que quienes configuran el modo en que la ciencia logra legitimarse.

CONCLUSIONES

Un texto en sí mismo podría ser ignorado.
Una persona podría ser rechazada. Un
mecanismo se oxidará. Pero si los tres son
puestos juntos, puede ser, como sugiere el
caso de Pasteur, más difícil ignorarlos.

Callon & Law, 1998, p. 102.

El inicio de esta investigación nace de la inquietud por lograr entender y conocer el papel del conjunto de entidades que forman parte en la construcción del conocimiento científico, particularmente durante la legitimación de su conocimiento (este conjunto de entidades fue nombrado posteriormente cómo red sociotécnica bajo los acercamientos teóricos de la Teoría del Actor Red). Esta inquietud nace a partir de la experimentación, del trabajo y de una vivencia directa de nuevos modelos y de nuevas condiciones de desarrollo de gestión del conocimiento científico y es justamente donde nace una de las primeras hipótesis que dieron forma a este proyecto de investigación: el proceso de gestión del conocimiento se encuentra envuelto en el desarrollo de un nuevo modelo de integración entre instituciones educativas, gubernamentales y empresariales las cuales han transformado el conjunto de relaciones y prácticas relacionadas a sus procesos de producción.

El acercamiento realizado tanto teórico cómo metodológico ha permitido en primera instancia el desarrollo de una cartografía del objeto de estudio que permite describir, interpretar y comprender el papel de la red sociotécnica en la legitimación del conocimiento científico, específicamente a partir de su reducción a la dimensión técnica de su aplicabilidad. Guiado por el principio de simetría generalizada desde donde nos acercamos a lo social a partir de cada movimiento, de cada proceso y de cada asociación entre los diversos elementos de la red esta investigación logra postular que son justamente las prácticas (formaciones, transformaciones, relaciones y negociaciones) de cada uno de los integrantes de la red sociotécnica quienes configuran el modo en que la ciencia logra legitimarse. La generación de cada uno de los flujos de relaciones permiten a cada entidad configurar su posición y acomodo dentro de la red; es uno de estos flujos el que permite al estado posicionar su modelo

orientado a la demanda cómo un punto de paso obligado dentro de la red. A su vez cada una de las movilizaciones realizadas ha permitido el desarrollo de nuevas formaciones y transformaciones de la red original. La suma y el trabajo conjunto de cada uno de los flujos da forma al sistema circulatorio de la red sociotécnica desde donde se generan las asociaciones y negociaciones necesarias para el condicionamiento de lo intelectual por parte de su aplicabilidad técnica. La evolución de la red ha permitido confirmar un nuevo modelo de integración por parte de las entidades educativas, gubernamentales y empresariales en la gestión del conocimiento el cuál basa su proceso de legitimación en formas colaborativas y de mercado.

Particularmente, a partir del uso del concepto de redes sociotécnicas y apoyado por la Teoría del Actor Red, esta investigación a logrado rastrear el conjunto de procesos alrededor de la construcción del conocimiento científico, particularmente dentro del Fondo de Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología entre México y la Unión Europea auspiciado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. La teoría seleccionada ha permitido ir más allá de la descripción de los procesos de construcción logrando conocer el conjunto de negociaciones, traducciones, formaciones y transformaciones del conjunto de entidades heterogéneas que dieron forma a esta red sociotécnica.

Se exploraron los conceptos principales que dan forma a la Teoría del Actor Red para lograr generar una descripción y explicación de cómo unos pocos obtienen el derecho de expresar y representar a los numerosos actores silenciosos dentro de la red (Callon en Domenech y Tirado, 1998 p. 22) y son capaces de modificar el papel de la red sociotécnica en los procesos de legitimación de la ciencia. El aporte teórico generado por los principios del actor-red logran desarrollar un acercamiento teórico-metodológico adecuado para la explicación de fenómenos complejos que comprometen al conjunto de entidades heterogéneas que coexisten en las relaciones colectivas (Correa, 2012).

En este sentido, se utilizaron diversos acercamientos y herramientas metodológicos con el fin de comprender el conjunto de procesos y elementos que permiten la identificación de los actantes detectados, sus negociaciones y traducciones que permiten la reducción del conocimiento a su aplicabilidad técnica. Se optó por estudiar el caso del FONCICYT debido a la compleja formación que sus principales entidades desarrollan (entidades educativas, empresariales y gubernamentales) y a su

“relativa” reciente incorporación dentro de los planes nacionales de desarrollo en ciencia y tecnología. La complejidad de las sociedades actuales logra ser medida por la capacidad y heterogeneidad de sus nacientes objetos, logrando formarse un papel definitivo en el desarrollo de nuevas relaciones y entidades.

El cuerpo de la tesis fue dividido en cuatro capítulos. El primero de ellos titulado “La evolución de las relaciones y asociaciones entre universidad-industria-gobierno en los procesos de producción del conocimiento científico. Nuevas problemáticas a nuevos modelos” aborda los elementos teóricos e ideológicos desarrollados desde los primeros estudios sociológicos de la ciencia por Robert Merton y Pierre Bourdieu hasta las propuesta teóricas más recientes formadas por Etzkowitz y Leydesdorff. Estos acercamientos permitieron instaurar a la red sociotécnica formada por el estado, la empresa y las universidades cómo el objeto de estudio de esta investigación. Principalmente nos enfocamos en las nuevas condiciones y modelos que sitúan al conocimiento científico con un papel esencial en el desarrollo económico. A medida en que la investigación académica y el conocimiento científico desarrollado dentro de ella empezó a tomar nuevos roles en los procesos de innovación, sus procesos de educación y formación también lograron verse transformados y expandidos hacia el sector económico con el costo de ver reducida su autonomía educativa. No solo fue el papel de la universidad las que se fueron transformando sino también el de la industria y el gobierno cómo fue apuntado en el modelo de la triple hélice.

El segundo capítulo realizó exactamente una profunda revisión a las configuraciones que nacieron en este reensamblaje de relaciones y asociaciones dentro del mundo científico y tecnológico y que fueron abordadas por autores cómo Bruno Latour, Michel Callon y John Law bajo la Teoría del Actor Red a partir de la radicalización de viejos conceptos sociológicos cómo la agencia, las estructuras y la heterogeneidad de lo social los cuales proponen seguir y rastrear el complejo mapa del mundo científico y tecnológico mirando el conjunto de agregados partícipes y las maneras en que éstos se encuentran relacionados o ensamblados para lograr generar una completa descripción y explicación de uno de los procesos de construcción del conocimiento científico (la legitimización del conocimiento científico). Este acercamiento permitió el abordaje del conjunto de conceptos y figuraciones que dieron forma a esta investigación cómo la noción de sociología simétrica, la

formación de grupos, la agencia y los procesos de enrolamiento.

El tercer capítulo logró definir los conceptos, categorías y observables que rigieron el proceso metodológico de investigación tomado como ejes centrales los procesos de reflexividad y comunicación en la formación y transformación de las relaciones y asociaciones formadas dentro de la red. A partir de conceptos como actor mundo, simetría, acción y poder se dio forma a las categorías analíticas que nos permitieran observar las transformaciones y figuraciones dentro de la red. Estas categorías, generadas desde la Teoría del Actor Red, me permitieron visualizar la producción de lo “social” desde la mediación, traducción e intermediación. Finalmente, en el capítulo cuarto titulado Representación de una red sociotécnica. El caso del “Consortio Europa-México para el desarrollo de aplicaciones en Información cuántica y tecnologías de comunicación” se desarrolló en una primera etapa una descripción densa de las relaciones y asociaciones formadas con el motivo del consorcio Europa-México para finalmente analizar el papel de cada una de las entidades detectadas dentro de la red en los procesos de construcción del conocimiento científico. Este análisis permitió mostrar cómo la formación de nuevos grupos establece nuevas conexiones dentro de la red y nuevas relaciones entre entidades que modifican el dinamismo y el rol del resto de las entidades de la red para finalmente configurar el valor de la productividad o aplicabilidad del conocimiento como mecanismo de legitimación.

Los resultados obtenidos en este proceso me han permitido dar cuenta del conjunto de entidades como científicos, asesores, ingenieros, directivos institucionales y actores no-humanos que participan en la formación y transformación de la red sociotécnica formada alrededor de los procesos de construcción del conocimiento científico. El proceso de ensamblado del actor mundo presentado dio inicio con la oferta del estado para lograr posicionarse como un agente cuya capacidad de agencia logra ubicarlo como un punto de paso obligado dentro de la red gracias a la introducción del nuevo modelo de producción del conocimiento orientado a la demanda.

Este modelo le permitió al estado aumentar su capacidad enroladora dentro de la red estableciendo mecanismos de coordinación para el establecimiento de políticas en material de I&D, generando la formación de nuevos grupos, como el “Consortio Europa-México para el desarrollo de aplicaciones en Información cuántica y

tecnologías de comunicación”, para finalmente establecer como una de las poblaciones beneficiarias a las empresas del sector productivo del país. El papel de las nuevas políticas establecidas en ciencia y tecnología y las convocatorias desarrolladas por el estado para la incorporación de nuevas entidades a la red sociotécnica funcionaron como voceros y reclutadores para el nuevo acomodo del estado dentro de la red. Esta gestión permitió también la incorporación de nuevos agentes académicos como el caso del Dr. U`Ren el cual a su vez generó la incorporación de nuevos grupos de investigación y el nacimiento de una nueva alianza formada entre el sector empresarial y el sector académico. El desarrollo de esta alianza logró extender la movilización del conocimiento desarrollado hasta este momento solo perteneciente a grupos académicos dentro de la red. La reflexividad y las prácticas de comunicación entre entidades permitió mantener unida la heterogeneidad del resto de los elementos que forman parte de la red sociotécnica logrando así completar el sistema circulatorio de la red sociotécnica que permitió la transformación y configuración de la red y de los diversos procesos de construcción del conocimiento científico. Cabe destacar que fue hasta el momento en que fuimos capaces de nombrar al conjunto total de entidades de la red se le dotó el nombre de red sociotécnica. La noción de traducción me permitió detectar la continuidad de los desplazamientos y transformaciones que ocurren dentro de la red: transformaciones de metas e intereses, de mecanismos y de inscripciones donde al finalizar algunas entidades logran jugar un papel más estratégico que otros.

Las prácticas científicas mostradas quedaron insertadas en el marco de beneficios particulares del sector gubernamental y empresarial: entidades beneficiarias finales. Las políticas públicas desarrolladas y plasmadas dentro documentos lograron posicionarse como entidades enroladoras y formadoras de nuevas relaciones. Cada uno de estos nuevos posicionamientos finales lograron posicionar la aplicabilidad técnica del conocimiento como evaluadores de la producción científica. Por su parte, la emergencia de nuevas fuentes de legitimación han derivado del momento en el que tanto la información como el conocimiento han pasado a posicionarse como un elemento más de la productividad empresarial y el poder. Por lo tanto, el conocimiento científico se vuelve únicamente un hecho, un proceso o una consecuencia de su aplicabilidad.

Lograr entender que lo social es capaz de detectarse a través de la diversidad de movimientos que emergen de asociaciones, negociaciones y traducciones durante el ensamblado de la red me ha permitido describir el papel de cada uno de los vínculos o entidades que forman parte de la red sociotécnica. La conjunción de las partes dentro de la red sociotécnica me ha permitido dar respuesta a la pregunta de investigación planteada en el inicio de este trabajo de tesis y la confirmación de una de las hipótesis iniciales: los procesos de producción del conocimiento científico junto con la formación de nuevos lazos y relaciones ha transformado el conjunto de relaciones y prácticas relacionadas a sus procesos de producción logrando que surjan nuevas dimensiones y mecanismos de legitimación. Han sido específicamente este tipo de relaciones que se están dando actualmente entre la diversidad de actores lo que está generando que el conocimiento logre legitimarse en función de su aplicabilidad y no en la construcción del conocimiento per se o certificado. Es inclusive entonces posible pensar que estas acciones políticas científicas aquí detectadas y llevadas a cabo entre las entidades de la red podrían ser un modelo a seguir en otras esferas sociales donde el modelo orientado a la demanda busque introducirse. No ha sido sino hasta el momento de incluir cada una de estas nuevas asociaciones junto con sus negociaciones y traducciones en que es posible describir el papel de la red sociotécnica en la legitimación del conocimiento científico. En un momento en el que heterogeneidad de los actores se vuelve tan indispensable en el desplazamiento de nuevos procesos es necesario reconstruir nuestro repertorio de vínculos y de asociaciones de los que finamente formamos parte. Es necesario rastrear cada una de las conexiones de las que estamos hechos. Para finalizar, será importante plantear las limitaciones de este trabajo de investigación. Como ya se ha comentado son justamente y específicamente las conexiones detectadas las que han permitido desplegar el papel de la red sociotécnica seleccionada por lo que la situación con un nuevo objeto de investigación podrá ser diferente. Esta investigación al adscribirse a las herramientas dadas por la Teoría del Actor Red pareciera no podrá ir más allá del estudio presentado debido justo a la definición y el entendimiento de la red sociotécnica como un producto de relaciones, negociaciones y asociaciones las cuales varían de acuerdo a la historia que cada red es capaz de conservar. Ante esto, la TAR logra postularse como una herramienta de investigación que permite dar cuenta del reensamblado de lo social, bajo las limitaciones del alcance del caso descrito.

Sin embargo ante el conjunto de herramientas teóricas y metodológicas que la TAR ofrece es posible reconfigurar el sistema circulatorio de la red sociotécnica para lograr generar nuevas cartografías de nuevas realidades como el resultado de negociaciones entre diversas entidades. Básicamente se propone su desarrollo en trabajos de investigación en el marco de la sociología de la ciencia (estudiada desde sus prácticas) y en la construcción de nuevas inscripciones y relaciones entre entidades heterogéneas.

La propuesta desarrollada en esta investigación sugiere un modo particular de ver no solo la ciencia y la tecnología sino también su comunicación a partir de sus acciones y sus asociaciones. Esta propuesta se aleja de los actuales modelos de comunicación de la ciencia (déficit, contextual, de experticia y de participación pública) al poner cómo principal eje el seguimiento de los pasos del mundo heterogéneo del cuerpo de la ciencia. La inclusión de las cartografías de la ciencia permiten incluir al público no únicamente en el producto final de la ciencia sino en todo el espectro de gestación del conocimiento científico permitiendo modificar las visiones y entendimiento de las practicas científicas y tecnológicas marcando una serie de rutas desde donde transitar, pero siempre dejando libre nuevas rutas para que el publico se movilice dentro de la red a manera que mejor le convenga. En este sentido, el público no se vuelve únicamente un sujeto pasivo, sino uno móvil capaz de transitar entre cada nodo de la red. Será necesario entonces responder los orígenes heterogéneos de cada práctica tecno científica así cómo la relación de sus composiciones.

Queda pendiente por reflexionar no solo la validez teórica y metodológica de este modelo cómo un sistema de comunicación en acción, sino por supuesto su usabilidad y aplicabilidad no solo dentro sino también fuera de practicas científicas y tecnológicas. De la misma manera queda inconcluso el análisis que permita lograr extender (si fuera posible) el sistema circulatorio de la red sociotécnica hacia los modelos de producción de conocimiento dentro de las ciencias sociales donde la diversidad de grupos y disciplinas hacen la vez de formas de relaciones y asociaciones que logran derivarse en redes de conocimiento desde donde se gesta un tipo de conocimiento específico.

Anexo 1

Lista de publicaciones desarrolladas por el “Consortio Europa-México para el desarrollo de aplicaciones en información cuántica y tecnologías de la comunicación”.

- 1) M. Corona, K. Garay-Palmett, and A.B. U'Ren, “Third-order spontaneous parametric downconversion in thin optical fibers as a photon-triplet source.” Accepted, Phys. Rev. A.
- 2) K. Garay-Palmett, A. B. U'Ren, and . Rangel-Rojo, “Tailored photon-pair sources based on inner-loop phasematching in fiber-based spontaneous four-wave-mixing” Rev. Mex. Fís S 57 15 (2011)
- 3) K. Garay-Palmett, M. Corona, and A.B. U'Ren, “Spontaneous parametric processes in optical fibers: a comparison”. Rev. Mex. Fís S 57 6 (2011)
- 4) M. Corona, K. Garay-Palmett, A.B. U'Ren, “Experimental proposal for the generation of entangled photon triplets by third-order spontaneous parametric downconversion in optical fibers” Opt. Lett. 36 190 (2011)
- 5) R. Rangarajan, L.E. Vicent, A.B. U'Ren and P.G. Kwiat, “Engineering an ideal indistinguishable photon-pair source for optical quantum information processing” J. Mod. Opt. 58 318 (2011)
- 6) R. Rangarajan, A.B. U'Ren, P.G. Kwiat, “Polarization dependence on downconversion emission angle: investigation of the 'Migdall effect'” J. Mod. Opt. 58 312 (2011)
- 7) K. Garay-Palmett, A.B. U'Ren, R Rangel-Rojo, “Conversion efficiency in the process of copolarized spontaneous four-wave mixing” Phys. Rev. A 82 043809 (2010)

- 8) L.E. Vicent, A.B. U'Ren, R. Rangarajan, L. Zhang and I.A. Walmsley, "Design of bright, fiber coupled and fully factorable photon pair sources for quantum information processing", *New J. Phys.* 12 093027(2010)
- 9) Y. Jeronimo Moreno, S. Rodriguez-Benavides, A.B. U'Ren, "Theory of cavity-enhanced spontaneous parametric downconversion. *Laser Physics* 5 1221 (2010)
- 10) K.A. O'Donnell, A.B. U'Ren, "Time-resolved parametric upconversion of entangled photon pairs" *Phys. Rev. Lett.* 103 123602 (2009)
- 11) Y. Jerónimo Moreno, A.B. U'Ren, "Control, measurement and propagation of entanglement in photon pairs generated by type-II parametric downconversion " *Phys. Rev. A* 79 033839 (2009)
- 12) "How good are the Garvey-Kelson predictions of nuclear masses?"m I. Morales, J.C. Lopez Vieyra, J.G. Hirsch, A. Frank, *Nucl. Phys. A* 828 (2009) 113-124.
- 13) "Coherent state description of the ground state in the Tavis-Cummings model and its quantum phase transitions" Octavio Castaños, Ramon Lopez-Peña, Eduardo NahmadAchar, Jorge G. Hirsch, Enrique Lopez-Moreno and Javier E. Vitela, *Physica Scripta* 79 (2009) 065405.
- 14) "Multipolar correlations and deformation effect on nuclear transition matrix elements of double-decay" R. Chandra, K. Chaturvedi, P. K. Rath, P. K. Raina, J. G. Hirsch *Europhysics. Lett.* 86 (2009) 32001
- 15) "Deformation effects and neutrinoless positron decay of ^{96}Ru , ^{102}Pd , ^{106}Cd , ^{124}Xe , ^{130}Ba and ^{156}Dy isotopes within Majorana neutrino mass Mechanism" P. K. Rath, R. Chandra, K. Chaturvedi, P. K. Raina and J. G. Hirsch *Phys. Rev. C* 80, 044303 (2009)

- 16) “Analytic approximation of the Tavis-Cummings ground state via projected States” Octavio Castaños, Ramon Lopez-Peña, Eduardo Nahmad-Achar, Jorge G. Hirsch, *Physica Scripta* 80 055401 (2009)
- 17) “Predicting Nuclear Masses with Image Reconstruction Techniques I. Morales, J. Mendoza Temis, J.C. Lopez-Vieyra”, J. Barea, J.G. Hirsch, A. Frank and V. Velazquez, *Rev. Mex. Fis.* 55 S 2 (2009) 98-102.
- 18) “Image reconstruction techniques applied to nuclear mass models” Irving O. Morales, P. Van Isacker, V. Velazquez, J. Barea, J. Mendoza-Temis, J. C. Lopez Vieyra, J. G. Hirsch, and A. Frank, *Phys. Rev. C* 81 (2010) 024304.
- 19) “The anatomy of the simplest Duflo-Zuker mass formula” J. Mendoza Temis, J.G. Hirsch, and A.P. Zuker *Nucl. Phys. A* 843 (2010) 14-36.
- 20) “Quadrupolar correlations and deformation effect on two neutrino + and” modes of ^{156}Dy isotope” P. K. Rath, R. Chandra, S. Singh, P. K. Raina and J. G. Hirsch *Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics* 37 (2010) 055108.
- 21) “Microscopic mass formulas” J. G. Hirsch and J. Mendoza Temis, *J. Phys. G: Nucl. Part. Phys.* 37 (2010) 064029, SPECIAL ISSUE: Focus Section: Open Problems in Nuclear Structure.
- 22) “Uncertainties in nuclear transition matrix elements for neutrinoless decay within the PHFB model” P. K. Rath, R. Chandra, K. Chaturvedi, P. K. Raina and J. G. Hirsch, *Phys. Rev. C* 82 (2010) 064310.
- 23) “Numerical solutions of the Dicke Hamiltonian” Miguel Angel Bastarrachea-Magnani, Jorge G. Hirsch, *Rev. Mex. Fis.* 57 (2011) 69 - 75.
- 24) “Single Molecule Magnets and the Lipkin-Meshkov-Glick model” Jorge A. Campos, Jorge G. Hirsch, *Rev. Mex. Fis.* 57 (2011) 56-61.

- 25) “No singularities in observables at the phase transition in the Dicke model” O. Castaños, E. Nahmad-Achar, R. Lopez-Peña, and J. G. Hirsch, Phys. Rev. A 83 (2011) 051601(R).
- 26) “Superradiant Phase in Field-Matter Interactions”, O. Castaños, E. Nahmad-Achar, R. LopezPeña, and J. G. Hirsch, Phys. Rev. A 84 (2011) 013819.
- 27) “Characterization of the Wave-Particle Duality of a Tunable Quantum Detector”, to be submitted, L. Zhang, H. Coldenstrodt-Ronge, A. Datta, G. Puentes J.S. Lundeen, B.J. Smith, M.B. Plenio, I.A. Walmsley
- 28) “Heralded Generation of Single Photons in Pure Quantum States”, to be submitted, L. Zhang, O. Cohen, B.J. Smith, I.A. Walmsley
- 29) “Entangling macroscopic diamonds at room temperature”, submitted to Science, K. C. Lee, M. R. Sprague, B. J. Sussman, J. Nunn, N. K. Langford, X.-M. Jin, T. Champion, P. Michelberger, K. F. Reim, D. England, D. Jaksch, and I. A. Walmsley
- 30) “On-Chip Photon-Number-Resolving Telecom-Band Detectors for Scalable Photonic Information Processing” Submitted to Science.
- 31) T. Gerrits, N. Thomas-Peter, J. Gates, A. Lita, B. Metcalf, B. Calkins, N. Tomlin, A. Fox, A. Lamas Linares, J. Spring, N. K. Langford, R. Mirin, P. G. R. Smith, I. A. Walmsley, S. Nam “A Compact Entanglement Distillery”, Physical Review Letters (submitted),
- 32) A. Datta, L. Zhang, J. Nunn, N.K. Langford, A. Feito, M.B. Plenio, I.A. Walmsley, "Diamond dephasing: measurements with non-classical light", submitted to Nature Photonics
- 33) K.C. Lee, B.J. Sussman, K. Reim, P. Michelberger, J. Nunn, N.K. Langford, I.A. Walmsley and D. Jaksch "Continuous phase stabilization and active interferometer control using two modes", Journal of Modern Optics (submitted)

34) G. Jotzu, T. J. Bartley, H. B. Coldenstrodt-Ronge, B. J. Smith, and I. A. Walmsley, "Real-world Quantum Sensors: Evaluating Resources for Precision Measurement" Accepted to Phys. Rev. Lett.

35) N. Thomas-Peter, B. J. Smith, A. Datta, L. Zhang, U. Dorner, I. A. Walmsley "Single-Photon Level Quantum Memory at Room Temperature", Accepted to Phys. Rev. Lett.

36) K. F. Reim, P. Michelberger, K. C. Lee, J. Nunn, N. K. Langford, and I. A. Walmsley "Integrated Photonic Sensing" New Journal of Physics, 13, 055024 (2011)

37) N. Thomas-Peter, N. K. Langford, A. Datta, L. Zhang, B. J. Smith, J. B. Spring, B. J. Metcalf, H. B. Coldenstrodt-Ronge, M. Hu, J. Nunn, I. A. Walmsley "Quantum Metrology with Imperfect States and Detectors" Phys. Rev. A, 83, 063836 (2011).

38) A. Datta, L. Zhang, N. Thomas-Peter, U. Dorner, B. J. Smith, I. A. Walmsley "Extending electron orbital precession to the molecular case: Use of orbital alignment for observation of wavepacket dynamics" Phys. Rev. A, 83, 043419 (2011)

39) H. E. L. Martay, D.G. England, D. J. McCabe, and I. A. Walmsley "Towards high-speed optical quantum memories", Nature Photonics 4, 218 (2010)40) V. Bolpasi and W. von Klitzing "Double-pass tapered amplifier diode laser with an output power of 1 W for an injection power of only 200 microW" Review of Scientific Instruments 81: 113108 (2010)

41) G.O. Konstantinidis, M.Pappa, G. Wikstr om, P.C.Condylis, M.Baker, O.Morizot, andW.von Klitzing, "Diffractive Dark-Ground Imaging of Ultra-Low Atom Numbers" Submitted to Physical Review A

42) M Pappa, PC Condylis, GO Konstantinidis, V Bolpasi, A Lazoudis, O Morizot, D Sahagun, M Baker, W von Klitzing, "Ultra-Sensitive Atom Imaging for Matter-Wave Optics"Invited Contribution to A focus issue in New Journal of Physics

- 43) Lars Lydersen, Carlos Wiechers, Christoffer Wittmann, Dominique Elser, Johannes Skaar, and Vadim Makarov; “Hacking Commercial Quantum Cryptography Systems By Tailored Bright Illumination”, *Nature Photonics* 4, 686 - 689 (2010)
- 44) Carlos Wiechers, Lars Lydersen, Christoffer Wittmann, Dominique Elser, Johannes Skaar, Christoph Marquardt, Vadim Makarov, and Gerd Leuchs; “After-Gate Attack On A Quantum Cryptosystem”, *New Journal of Physics* 13, 013043 (2011)
- 45) Nitin Jain, Lars Lydersen, Christoffer Wittmann, Carlos Wiechers, Dominique Elser, Christoph Marquardt, Vadim Makarov, and Gerd Leuchs; “Device calibration impacts security of quantum key distribution”, arXiv:1103.2327v2 [quant-ph]
- 46) Velazquez-Ibarra, L.; Diez, A.; Silvestre, E.; Andres, M. V.; Martinez, M. A.; Lucio, J. L.; , "Pump Power Dependence of Four-Wave Mixing Parametric Wavelengths in Normal Dispersion Photonic Crystal Fibers,"*Photonics Technology Letters, IEEE* , vol.23, no.14, pp.1010-1012, July15, 2011
- 47) K. Upendra Kumar, K. Linganna, S. Surendra Babu, A. Speghini, F. Piccinelli, M. Giarola, G. Mariotto and C.K. Jayasankar, Synthesis, structural, NIR to-NIR and visible upconversion emission properties of Er³⁺ doped and Er³⁺/Yb³⁺ codoped nanocrystalline NaNbO₃, *Science of Advanced Materials (Communicated)* 2011.
- 48) K. A. O'Donnell, “Observations of Dispersion Cancellation of Entangled Photon Pairs”, *Phys. Rev. Lett.* 106, 063601 (2011)
- 49) Juan P. Torres, Martin Hendrych, y Alejandra Valencia, “Angular dispersion: an enabling tool in nonlinear and quantum optics” *Advances in Optics and Photonics*, vol. 2, pp. 319-369 (2010)

50) Jiri Svozilik, Martin Hendrych, Amr Helmy y Juan P. Torres “Generation of paired photons in a quantum separable state in Bragg Reflection Waveguides” Optics Express, vol. 19, pp. 3115-3123 (2011).

51) Silvana Palacios, Roberto de León Montiel, Martin Hendrych, Alejandra Valencia y Juan P. Torres “ Flux enhancement of photons entangled in orbital angular momentum” Optics Express,

vol. 19, pp. 14108-14120 (2011).

52) Victor Torres-Company, Alejandra Valencia, Martin Hendrych y Juan P. Torres “Cancellation of dispersion and temporal modulation with non-entangled frequency correlated photons” Physical Review A, vol. 83, pp. 023824 1-6 (2011).

53) M. Jofre, M. Curty, F. Steinlechner, G. Anzolin, J. P. Torres, M. W. Mitchell and V. Pruneri “ True random numbers from amplified quantum vacuum”, enviado a Optics Express, julio de 2011

54) Roberto de León Montiel y Juan P. Torres “Enhancing the sensitivity and robustness of label-free imaging systems via stimulated Raman adiabatic passage”, enviado a New Journal of Physics, mayo de 2011.

55) Juan P. Torres, Konrad Banaszek y Ian A. Walmsley “Engineering nonlinear optic sources of photonic entanglement” aceptado Progress in Optics

Bibliografía

- Bloor, David. (1973). Wittgenstein y Mannheim sobre la sociología de las matemáticas. *Studies in History and Philosophy of Science*, 4, 173-191.
- Bloor, David. (1991). *Knowledge and Social Imagery*: University of Chicago Press.
- Boud, D., Keogh, R., & Walker, D. (1985). Promoting reflection in learning: A model. *Reflection: Turing Experience into Learning*. London: Kogan Page.
- Bourdieu, Pierre. (1990a). *Algunas propiedades de los campos*. México: Grijalbo.
- Bourdieu, Pierre. (1990b). *Animadversiones in Mertonem*. Londres: Filadelfia, Falmer Press.
- Bourdieu, Pierre. (1994). El campo científico. *Redes: revista de estudios sociales de la ciencia*, 1(2), 131-159.
- Bourdieu, Pierre. (2001). *El Oficio del científico*. Barcelona: Anagrama.
- Broncano, F., & Ransanz, A.R.P. (2009). *La ciencia y sus sujetos: ¿quiénes hacen la ciencia en el siglo XXI? : Universidad Nacional Autónoma de México*.
- Callon, Michael. (1988). *La Ciencia y sus redes*. Paris: La Découverte.
- Callon, Michael. (1998). El Proceso de construcción de la sociedad. El estudio de la tecnología como herramienta para el análisis sociológico, en In Doménech & Tirado (Eds.), *Sociología Simétrica* (pp. 143-170). Barcelona: Gedisa.
- Callon, Michael, & Law, John. (1998). De los intereses y su transformación. Enrolamiento y Contraenrolamiento. In M. Domenèch & J. Triado (Eds.), *Sociología simétrica* (pp. 51-61). Barcelona: Gedisa Editorial.
- COFFEY, A.A., & ATKINSON, P.A. (2004). *Encontrar el sentido a los datos cualitativos: estrategias complementarias de investigación*: Editorial Universidad de Antioquia.
- Cohen, W., Goto, A., Nagata, A., Nelson, R., & Walsh, J. (2002). R&D Spillovers, Patents and the Incentives to Innovate in Japan and the United States. *Research Policy*, 31, 1349-1367.
- COLLINS, M., & PINCH, J. (1996). *El Golem. Lo que todos deberían saber sobre la ciencia*. Madrid: Crítica.
- Collins, Michael. (1981). Knowledge and controversy studies of modern natural sciences. *Social studies of science*, 11.

- CONACyT. (2008a). *Decreto PECITI*. Diario Oficial de la Federación.
- CONACyT. (2008b). *PROGRAMA ESPECIAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN*. Méxioc: Retrieved from <http://www.siiicyt.gob.mx/siiicyt/docs/contenido/PECiTI.pdf>.
- David, J. Ben. (1972). El empresario científico y la utilización de la investigación. In Alianza (Ed.), *Estudios sobre sociología de la ciencia* (pp. 178-184).
- Devenin, Verónica, & Henríquez, Guillermo. (2011). NARRATIVAS TECNOLÓGICAS: UN EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA SOCIOLOGÍA DE LAS ASOCIACIONES. *Cinta moebio*, 47, 167-181.
- Domenech, M., & Tirado, F. (1998). *Sociología Simétrica: Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad*. . Barcelona: Gedisa.
- Domènech, Michele. (1990). Error y conocimiento: una misma base social. *Boletín de Psicología*, 28, 99-109.
- Echeverría, Javier. (2009). Los sujetos de la ciencia *La ciencia y sus sujetos* (pp. 19-26). México: U.N.A.M.
- Ellis, N. (1980). La ocupación de la ciencia”. In Alianza (Ed.), *Estudios sobre sociología de la ciencia* (pp. 185-202).
- Etzkowitz, Henry. (2008). *The Bi-Evolution of the University in the Triple Helix Era*. Science Policy Institute. State University of New York. Retrieved from http://www.ie.ufrj.br/eventos/seminarios/pesquisa/a_universidade_e_o_desenvolvimento_regional.pdf
- Etzkowitz, Henry, & Leydesdorff, Loet. (2000a). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29(2), 109-123.
- Etzkowitz, Henry, & Leydesdorff, Loet. (2000b). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29(2), 109-123.
- Ferreira, Miguel. (2007). La Sociología del conocimiento científico; una perspectiva crítica del futuro *Nomadas*, 16(015).
- Flick, Uwe. (2004). *Introducción a la Investigación Cualitativa*: Ediciones Morata.
- Foucault, Michael. (1979). *Microfísica del poder*. Madrid: La Piqueta.
- Funtowicz, S.O., & Ravetz, J.R. (2000). *La Ciencia Posnormal: Ciencia con la Gente*: Icaria.

- Gaitán, Katia A. Morales, & López, Eduardo Aguado. (2010). La legitimación de la Ciencia social en las bases de datos científicas más importantes para América Latina. *Revista de Estudios Latinoamericanos*, 159-188.
- Galindo, Jesús. (1998). *Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación*: Pearson Educación.
- Gibbons, M. (1997). *La Nueva producción del conocimiento: la dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*: Pomares-Corredor.
- Gómez, E.S. (1994). *Legitimación y Racionalización: Weber y Habermas: La Dimensión Normativa de un Orden Secularizado*: Anthropos.
- Gonzalez, Teresa. (2009). El modelo de Triple Hélice de relaciones universidad, industria y gobierno: un análisis crítico. *Arbor*(CLXXXV), 739-755.
- González, Teresa, & Navarro, Jesús S. (1988). Las sociologías del conocimiento científico. *Reis: Revista española de investigaciones sociológicas*, 0210-5233,(43), 75-124.
- Gruber, Rosana. (2011). *La etnografía. Método, campo y reflexividad*.: Siglo XXI.
- Habermas, Jürgen. (1981). *La reconstrucción del materialismo histórico*, trad. J.N. Muñiz y R.G. Cotarelo, Madrid: Taurus.
- Howard, Abraham. (2004). *Legitimizing Astronomy*. Wollongong University.
- Hughes, Thomas P. (1986). The Seamless Web: Technology, Science, Etcetera, Etcetera. *Social studies of science*, 16(2), 281-292. doi: 10.1177/0306312786016002004
- Hussain, Z., Taylor, A., & Flynn, D. (2004). A case study of the process of achieving legitimation in information systems development. *Journal of Information Science*, 30, 408-417.
- Ibarra, Andoni. (2009). Redes Epistémicas. Nuevos sujetos de la ciencia en nuevos modos de acción cognitiva *La ciencia y sus sujetos* (pp. 135-158). México: U.N.A.M.
- Knorr-Cetina, K., & Mulkay, M.J. (1983). *Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science*: Sage Publications.
- Kuhn, T.S. (1972). *La Estructura de las revoluciones Científicas*: Fondo de Cultura Económica.

- Kylie, Armstrong, & Kendall, Elizabeth. (2010). Translating knowledge into practice and policy: the role of knowledge networks in primary health care. *HEALTH INFORMATION MANAGEMENT JOURNAL*, 39(2), 9-17.
- Lamont, Michèle. (1982). El poder de los intelectuales. *Politique*, 1(1), 19-46. doi: 10.7202/040390ar
- LATOUR, B.A., WOOLGAR, S.A., & Sedeño, E.P. (1995). *La Vida en el laboratorio: la construcción de los hechos científicos*: Alianza.
- Latour, Bruno. (1983). Give Me a Laboratory and I will Raise the World. . In Knorr-Cetina & M. Mulkay (Eds.), *Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science* (pp. 141-170). Londres: Sage.
- Latour, Bruno. (1987). *Ciencia en acción*. Barcelona: Labor.
- Latour, Bruno. (1992). Where are the missing masses? A sociology of a few mundane artefacts. In J. L. w. Bijker (Ed.), *Shaping Technology / Building society*.
- Latour, Bruno. (1998). La tecnología es la sociedad hecha para que dure. In F. T. Miquel Domènech (Ed.), *Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad*. (pp. 109- 142): Gedisa.
- Latour, Bruno. (2001). *La esperanza de Pandora: ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*: Gedisa.
- Latour, Bruno. (2005). *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*.: Oxford University Press.
- Latour, Bruno, & Woolgar. (1979). *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*: University Press.
- Laudel, Grit, & Gläser, Jochen. (2007). Interviewing Scientists *Science, Technology & Innovation Studies*, 3(2).
- Law, John. (1998). Del poder y sus tácticas. Un enfoque desde la sociología de la ciencia. In J. T. M . Domenech (Ed.), *Sociología Simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad*. (pp. 63-107). Gedisa.
- Leydersdorff, Loet. (2005). THE TRIPLE HELIX MODEL AND THE STUDY OF KNOWLEDGE-BASED INNOVATION SYSTEMS
<http://arxiv.org/pdf/0911.4291v1.pdf>
- Leydesdorff, Loet, & Meyer, Martin. (2006). Triple Helix Indicators of Knowledge-Based Innovation Systems. *Research Policy*, 35(10), 1441-1449.

- Lynch, M. (1985). *Art and Artifact in Laboratory Science: A Study of Shop Work and Shop Talk in a Laboratory*: Routledge & Kegan Paul.
- Machado-da-Silva, & Guarido, Edson. (2010). The Social and Intellectual Dimensions in the construction of Scientific Knowledge: The institutional Theory in Organization Studies in Brazi. *Brazilian Administration Review* .
- Maldonado, A. (2005). Comunidades epistémicas: Una propuesta para estudiar el papel de los expertos en la definición de políticas en educación superior en México. *Revista de la Educación Superior*, 34(134), 107-122.
- Mason, Jennifer. (2006). Mixing methods in a qualitatively driven way. *Qualitative Research*, 6(9), 9-25.
- Medina, Lourdes Alvarez. (2007). Formación de redes de conocimiento en México: cambios impulsados por la competencia en la industria automotriz mundial. *Economía y Sociedad, julio-diciembre*, 77-92.
- Mendiola, Germán Álvarez. (2004). *Modelos académicos de ciencias sociales y legitimación científica en México*. México: ANUIES.
- Merton, R.K., Storer, N.W., & Míguez, N.A. (1977). *La sociología de la ciencia: investigaciones teóricas y empíricas*: Alianza.
- Merton, Robert K. (1937). The sociology of knowledge *Isis* (Vol. 27, pp. 493-503).
- Merton, Robert K. (1942). La estructura normativa de la ciencia *La Sociología de la ciencia* (pp. 355-368). Madrid: Alianza Editorial.
- Merton, Robert. K. (1977). *La sociología de la ciencia*. Madrid: Alianza Universidad.
- Monedero, Carlos. (2009). *Legitimidad* (Vol. 1/2/3/4). Madrid-México: Ed. Plaza y Valdés.
- Monjon, Stephanie, & Waelbroeck, Patrick. (2003). Assessing Spillovers from Universities to Firms: Evidence from French Firm-level Data. *International Journal of Industrial Organization*, 21, 1255-1270. .
- Moody, J. (2004). The Structure of a Social Science Collaboration Network. *American Sociological Review*, 69, 213-238.
- Morales, K., & López, E. (2010). La legitimación de la Ciencia social en las bases de datos científicas más importantes para América Latina. *Mirador Latinoamericano*, 2, 159-188.

- Nick Lee, Steve Brown. (1998). La alteridad y el actor-red. El continente no descubierto. *Sociología Simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad*. (pp. 219 - 247): Gedisa.
- Otero, Edison. (1998). El Programa Fuerte en Sociología de la Ciencia y sus críticos. *Revista Austral de Ciencias Sociales*, 002, 89-94.
- Pando, Rafael. (2011). *Fondo de Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología Unión Europea -México*. Paper presented at the Foro FONCICYT de cooperación científica y tecnológica, Los Cabos, México.
- Pérez, Fidel. (2005). La entrevista como técnica de investigación social. Fundamentos teóricos, técnicos y metodológicos. http://www.postgrado.unesr.edu.ve/acontece/es/todosnumeros/num13/01_01/La_entrevista_como_tecnica_de_investigacion_social_Fundamentos_teoricos.pdf
- Pickering, Andrew. (1987). The Role of Interests in High Energy Physics: the Choice between. Charm and Colour. In K. D. Knorr, R. Krohn & R. Whitley (Eds.), *The social process of scientific investigation*. London, England: D. Reidel Publishing Company.
- Price, J. de Solla. (1963). *Little science, big science*: Columbia University Press.
- Ramos, Ana, & González, Teresa. (2005). Especialización cultural y estructura social de las comunidades científicas. *Revista Internacional de Sociología*, 63(42).
- Ravetz, J.R. (1971). *Scientific Knowledge and Its Social Problems*: Transaction Publishers.
- Scott, P., Gibbons, M., Nowotny, H., Limoges, C., Trow, M., & Schwartzman, S. (1994). *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*: SAGE Publications.
- Serres, M. (1974). *La traduction*. Paris: Minuit.
- Serres, M., & Schehr, L.R. (2007). *The parasite*: University of Minnesota Press.
- Sierra, Bravo. (1995). Técnicas de investigación social. Teoría y ejercicios. In Narcea (Ed.), *Técnicas de investigación en ciencias sociales. Obra colectiva*. Madrid: Paraninfo.
- Suchman, M. (1995). Managing legitimacy: Strategic and institutional approaches. *The Academy of Management Review*, 20(3), 571-610.
- Tarde, Gabriel. (1961). *Estudios sociológicos: las leyes sociales*: Assandri.

- U'Ren, Alfred. (2011). *CEMDAIC 94142*. Paper presented at the Foro FONCICYT de cooperación científica y tecnológica, Los Cabos, México.
- Vasilachis. (2006). *Estrategias de investigación Cualitativa*: Gedisa Editorial.
- Vera, Roberto Garduño. (2004). La sociedad de la información en México frente al uso de internet. 5.
- Vicky Singleton, Mike Michael. (1993). Actores Red y Ambivalencia. Los médicos de familia en el programa británico de citología de cribaje. In F. T. Miquel Domenech (Ed.), *Sociología Simétrica, Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad*. Barcelona: Gedisa.
- Zelditch, M. (2001). Processes of legitimation: recent developments and new directions. *Social Psychology Quarterly*, 64(1), 4-17.
- Ziman, J. (2002). *Real Science: What it Is and What it Means*: Cambridge University Press.
- Zuchman, M. (1995). Managing legitimacy: strategic and institutional approaches. *Academy of Management Review*, 20(3), 571-610.