

PARTE SEGUNDA

ESTUDIOS DE CASO

CAPÍTULO 4

DE CONTACTOS A REDES: LA CONSTRUCCIÓN DE REDES DE CONOCIMIENTO A TRAVÉS DE LA FORMACIÓN DE RECURSOS

María Josefa Santos
Rebeca de Gortari

En este trabajo pretendemos proponer algunos elementos que podrían ayudar a esclarecer la estructura y el funcionamiento de las redes de conocimiento que se están formando en México. Ello a partir del seguimiento de las redes integradas básicamente por actores de la academia y de la empresa, cuyo propósito fundamental es la construcción de capacidades materiales y de conocimientos que permitan un tránsito fluido de la educación formal y el *know how* del trabajo científico a la práctica industrial y viceversa, donde los flujos de conocimiento están determinados por las competencias individuales y colectivas para identificar, acceder y usar este conocimiento.¹

Partimos del supuesto de que no todos los convenios de colaboración interinstitucional dan lugar necesariamente a redes de colaboración y, mucho menos, a redes de conocimiento. En este sentido, consideramos que es muy importante rescatar la noción de red de Mitchell (1969) para analizar la integración de redes. Este autor nos dice que, una red es tal, cuando las particularidades de las ligas que se trazan entre los actores pueden utilizarse

1. Además de la aplicación de los cuestionarios de los anexos 1, 2 y 3 del libro, consignada en el Anexo 4 de la misma sección, las autores realizaron entrevistas más amplias que se citan en el texto. En Monterrey, Nuevo León, se entrevistó a las siguientes personas: Walter López y Jorge Loredo (mayo, 2001); Leticia Torres (mayo, 2001 y 2002), y Ricardo Villagómez (abril, 2002). En Querétaro, Querétaro, se entrevistó a Víctor Castaño (septiembre, 2001).

para interpretar el comportamiento social de las personas involucradas. Es decir consideramos que una red se distingue de los contactos interinstitucionales en la medida en que, los marcos que se generan como resultado de las ligaduras que se establecen entre los actores son distintos, a los que cada uno tendría como miembro de su institución. Lo anterior se da a partir de procesos de negociación en los que cada actor o grupo de actores de una institución tratan de imponer sus referencias a los otros. Es en este sentido, que nos interesa analizar la dinámica que permite transformar, movilizar y enlazar a un grupo de personas traduciendo sus intereses, metas y referencias institucionales en una red en la que el principal objetivo es la acumulación y difusión de conocimientos para la solución de problemas específicos. Así, pretendemos seguir la formación de una red a partir de los procesos de persuasión y de participación de los actores, en los que, el análisis del contenido de la colaboración y los motivos de los participantes para la construcción de un objeto que permita esta colaboración son muy importantes. Sostenemos que el producto resultante de la colaboración establecida a partir de un convenio entre instituciones es distinto cuando es negociado por los diferentes actores adscritos a una red en la dinámica de operación del propio convenio.

La dinámica de la red esta mediada por varios procesos, que implican desde el principio negociar los distintos intereses y referencias de los actores. De ahí que como lo ha mostrado la teoría del actor-red, las negociaciones son las que guían el entrelazamiento de las lógicas científicas, técnicas y económicas. Así, la construcción de la red estaría conformada por varios procesos. En primer lugar, los relacionados con las negociaciones e interacciones entre los actores que terminan siendo los significativos para la red y a partir de los cuales se construye y se estructura su campo organizacional: las estrellas primarias y la integración de las secundarias. Un segundo elemento tiene que ver con los recursos materiales y con capacidades acumuladas por cada uno de los participantes de la red; en donde se plantean conflictos y tensiones sobre el manejo del conocimiento su uso y, sobre el objeto de la colaboración, el cual finalmente es modelado a partir del proceso mismo de construcción de la red. Un tercer elemento que media esta negociación son los marcos referenciales de los que parten los actores, y donde las

ligaduras de las redes contribuyen a estructurar las áreas de poder y a favorecer la emergencia de reglas, normas y convenciones que son el nuevo marco de acción de los diferentes actores. Aquí incluimos los marcos de las instituciones en aspectos tales como la identificación del elemento del conocimiento como estrategia competitiva² y el peso dado a relacionarse con instituciones de otro sector. En este último son claves la valoración que se hace primero de la selección de los socios y posteriormente, de las soluciones y propuestas del otro, y la confianza y la interdependencia que se genera a partir de ello.

Por otro lado sostenemos que en el análisis de la dinámica del proceso de transformación descrito, el contenido de lo que se intercambia es fundamental y es reflejo de la red en que tiene lugar. En este sentido nos interesa detenernos en lo que los constructivistas llaman intermediarios,³ esto es, cada uno de los elementos que se intercambian en la red y que pueden ir desde conversaciones especializadas, asesorías conjuntas de una tesis de maestría, acceso a equipo especializado, pruebas y análisis en las instituciones de educación superior (IES) o en las empresas, capacitación por las IES, hasta una propuesta compartida para desarrollar un artefacto o proceso técnico.

Por último, nos interesa también rescatar el hecho de que para que exista una red de conocimiento los atributos de los actores son fundamentales. Para seguir estos atributos debemos considerar su posición institucional,⁴ su formación académica, y el conjunto de habilidades para identificar, solucionar y vincular a distintas instituciones. En este sentido referimos la idea de Gibbons que «la competencia en innovación puede ser definida en términos de la habilidad para resolver problemas a través de la selección relevante de datos y habilidades y de su organización apropiada, a partir de la cual puede emerger un nuevo cuadro de especialistas capacitados para identificar y solucionar problemas» (Gibbons *et al.*, 94, 64). Estos nuevos espe-

2. El valor de entender el conocimiento como una ventaja comparativa no se circunscribe necesariamente a las empresas esto puede y debe también tener lugar entre las instancias académicas que se dedican a difundirlo.

3. Para M. Callon (1997), los intermediarios es lo que pasa de un actor a otro, esto es libros, software, patentes, etc. En nuestras redes los principales intermediarios son los alumnos.

4. La posición institucional del actor esta ligada con su capacidad de negociación al interior de la institución.

cialistas interactúan además bajo nuevas referencias, que han sido negociadas y que son distintas a las que su institución les impone. El espacio que contiene a estos actores es lo que nosotros llamamos redes de conocimiento.

Para ilustrar los puntos anteriores nos centraremos en dos casos que muestran los distintos procesos de negociación que permiten que contactos entre técnicos industriales e investigadores universitarios se transformen en redes de colaboración en las que, el intercambio fundamental son los conocimientos susceptibles de ser aplicados a la solución de problemas industriales.

El proceso de transformación de las ligas, los casos UNI y láseres

El propósito de este apartado es describir brevemente los proyectos que son nuestros estudios de caso. Para la descripción consideramos como eje de la constitución de la red, el proceso de transformación de ligas débiles en fuertes y el surgimiento de nuevas ligas débiles concentradas en los actores principales. Como se sostiene en otro trabajo del texto (véase Casas, capítulo 1), las ligas fuertes son las que propician el intercambio de conocimientos entre los distintos actores interinstitucionales, mientras que, como nos dicen Luna y Velasco (capítulo 7) las ligas débiles son relevantes para el mantenimiento de la red. Esto es evidente al menos en nuestros dos estudios y en otros del libro en donde encontramos que, tanto en los proyectos UNI como en el de láseres industriales, la transformación de contactos interinstitucionales en redes de conocimiento se llevó a cabo a partir del fortalecimiento y expansión de las ligas de los actores principales de la red.

Los primeros contactos de los proyectos UNI

Los contactos que propiciaron el surgimiento de los proyectos UNI tienen su origen en la relación informal entre una investigadora de la UANL (Universidad Autónoma de Nuevo León) y la Sociedad Cerámica, en donde aquélla era invitada para impartir conferencias y a los eventos sociales que se organizaban en dicha

sociedad. La sociedad no era propiamente un grupo académico sino, más bien un grupo donde se reunían los diferentes directivos de las empresas del sector para intercambiar información y/o hacer negocios con otros empresarios locales o internacionales. En esta sociedad la investigadora, entonces recién doctorada, conoció al director técnico de CEMEX con el que negoció pequeños proyectos y, sobre todo, la posibilidad de usar la infraestructura técnica de la empresa en lo que conseguía equipar un laboratorio en la UANL. La relación se fue estrechando al grado de que la investigadora convenció al director de hacer estudios de posgrado en la misma universidad donde ella se había doctorado, al mismo tiempo que el director involucraba en la relación a otro técnico, también recién doctorado, que trabajaba en la empresa y que era un mejor interlocutor para plantear y resolver problemas técnicos muy especializados. Este actor en principio unido por una débil ligadura llegó a ser clave para el establecimiento de la red entre CEMEX y la UANL, ya que el gran proyecto que dio origen a la red se negoció entre él y la investigadora. El propósito que permitió formalizar la relación fue conformar un proyecto para diseñar e impartir conjuntamente un programa de maestría de alto nivel en el área de cementos. La idea de establecer un proyecto de esta naturaleza surgió, según el coordinador de la empresa, a partir de la necesidad de formar técnicos capaces de revertir la tendencia del trabajo de los laboratorios de CEMEX en donde, a su juicio, un 80 % del trabajo que se hacía correspondía con labores rutinarias de control de calidad, pruebas de materiales, etc., y sólo un 20 % del tiempo de los técnicos se dedicaba a proyectos de I+D de mediano y largo plazo. Con ese propósito, los nuevos profesionistas formados por la UANL escaparían a la dinámica de trabajo de los técnicos que ya laboraban en la empresa y para ello se establecerían desde nuevas formas de trabajo (por objetivos y no por horas) hasta nuevas habilidades relacionadas con las que tienen los investigadores universitarios. El proyecto que surgió fue llamado UNICEMEX y se amparó legalmente bajo un convenio de colaboración en el que participaron la UANL y CEMEX y en donde se fijaron los siguientes acuerdos. Por el lado de la empresa, el compromiso de pagar colegiaturas y gastos de manutención de los becarios adscritos a ésta al principio del año y en una sola exhibición; la asesoría técnica de su personal en los laboratorios, así como académica en las tesis de los becarios, poniendo además, la

infraestructura de la empresa a su servicio. La universidad por su parte, se comprometió a formar a estos becarios y a permitirles trabajar la mitad del tiempo en la solución de problemas de la empresa en el primer año, y en el siguiente dedicar tiempo completo para la solución de sus problemas.

Por otro lado, los contactos que dieron origen al proyecto UNI con Vitro se encuentran ubicados en el ámbito de las relaciones sociales y profesionales construidas también alrededor de la Sociedad Cerámica donde, la misma investigadora universitaria, que en ese momento era ya directora del CIDEMAC (Centro de Investigación y Desarrollo de Materiales Cerámicos) de la Facultad de Química de la UANL, entró en contacto con académicos y personal de investigación de diferentes empresas del país. En estas reuniones se difundieron los avances y resultados de los proyectos con CEMEX y ciertos técnicos de Vitro se interesaron en el programa de la maestría en materiales cerámicos. Esto coincidió con que en Vitro se tenía la iniciativa de establecer una escuela o universidad para la empresa como sucede en otras empresas en el mundo, aunque se reconocía que era inviable. Así pues, en Vitro también se tenía detectada la necesidad de conocimientos en algunos temas tecnológicos, y una idea clara de cómo trabajar académicamente en la formación de los técnicos que cubrirían esta necesidad. Esto llevó a que desde su planteamiento el programa estuviera sujeto a negociaciones. En primer término sobre el tipo de estudiantes, pues a diferencia de lo que sucedió con CEMEX, los directivos de Vitro estaban interesados en formar a sus propios técnicos. Los candidatos que llegaron fueron seleccionados por un comité integrado por los directores de diferentes divisiones de la empresa, en donde la participación de la universidad estuvo más relacionada con la definición de los temas que desarrollarían los estudiantes que fueron 20 ingenieros de todas las plantas de Vitro en el país. El tiempo de dedicación fue también sujeto de discusión, los alumnos tenían que lidiar con dos tiempos, el que exigía su trabajo técnico en la empresa y el del programa académico. Para resolver esto, la universidad diseñó un programa flexible, más especializado y con una duración mayor. En el primer año, los cursos se organizaron mensualmente, por módulos de una semana intensiva, siguiendo en el segundo año la definición de la tesis y la estructuración del proyecto y dedicando el último año al desarrollo expe-

rimental y conclusión de la tesis. Con ello se adaptó a las necesidades específicas de la empresa, sin perder el rigor académico (contenidos, horas y evaluaciones). Se propuso además que los cursos optativos estuvieran muy relacionados con los problemas técnicos de la empresa, de tal suerte que muchas veces fue necesario contratar profesores externos a la maestría, en ocasiones extranjeros especialistas en ciertos procesos del trabajo en vidrio. El lugar de impartición también fue discutido de ambos lados y a diferencia de CEMEX el programa fue ofrecido en las instalaciones de Viro.

En los dos casos anteriores, los proyectos estuvieron sostenidos por dos actores principales; uno desde el lado de la universidad, que para ambos fue la directora del CIDEMAC y un gerente técnico de cada una de las empresas. La liga entre estos dos actores se fortaleció a partir de las negociaciones de los convenios pero sobre todo, como veremos en otros apartados del trabajo, a partir de la dinámica de la operación de los mismos. Por otro lado, estos dos actores involucraron a nuevos actores, tales como: los estudiantes que son a la vez actores e intermediarios pues a través suyo los conocimientos fluyen de una institución a otra y las redes se fortalecen; otros profesores de la propia UANL y de otras instituciones académicas; técnicos y directivos de las empresas participantes, que como veremos más adelante, juegan papeles diferentes a lo largo de los proyectos.

La reconstitución de antiguas ligas: el proyecto de láseres industriales

El fortalecimiento de ligas y la expansión de éstas es también muy evidente en nuestro segundo caso relacionado con el proyecto láseres industriales. Dicho proyecto tiene como objetivo principal integrar un grupo de investigación en láseres moleculares que permita generar conocimiento tecnológico susceptible de ser transmitido a las industrias de la región. La ubicación del proyecto de láseres industriales en Monterrey, se apoyó en buena parte en la reconstitución de la red iniciada en años anteriores por el actor principal. Para ello este investigador *tocó puertas* en varias instituciones, terminando al final en la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, de la UANL de la cual ha-

bía egresado de la licenciatura. En esta Facultad, a diferencia de lo que pasó, por ejemplo, con el ITESM (Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey) con el que también se trató de hacer el contacto, desde el principio hubo un entendimiento con las autoridades. En particular con el director, del que tuvo referencias por sus antiguos profesores, y con el que desde el inicio...

[...] platicando tuvimos de entrada una química —de que uno no empata así por diplomacia o por educación o por cortesía una entabla conversaciones y además... que no se da con todas las personas [Villagómez, entrevistista].

A lo que se agregó que también coincidieron en la manera de hacer las cosas,

[...] es una persona que tiene un perfil de visionario, es una persona que tú le das una idea y se puede imaginar si es bueno o es malo, o sea que tiene imaginación [*ibídem*].

De manera que la propuesta de establecer el proyecto de láseres le pareció muy interesante y la relacionó con el proyecto de crear un posgrado en Física que estaba en curso, mismo que atendiendo a la posible demanda de la industria local se denominó doctorado en Ingeniería Física Industrial. Tanto en el posgrado como en el proyecto se estableció como base que se generaría conocimiento técnico de alto nivel, y que se buscaría que este conocimiento o sus derivados pudieran ser aplicados en las empresas. Como vemos este posgrado tiene muchas cosas en común con los proyectos UNI; primero se busca que sea un posgrado aplicado a trabajos de I-D en ciertas ramas industriales; segundo, que el posgrado sea atractivo para las industrias de la región, y que tenga un nombre relacionado con la industria, pero sobre todo, se cuida que los contenidos temáticos estén muy vinculados con problemas de los sectores industriales con los que piensan vincularse; tercero se busca que los programas resultantes cuenten además con un respaldo académico muy sólido y de preferencia que les permita ingresar y permanecer en los padrones de excelencia del CONACYT. Por otro lado este proyecto nos ilustra la importancia de las ligas débiles

del actor principal quien recurre a ellas para iniciar el proyecto, aunque es sólo a partir del fortalecimiento de estas ligas que finalmente puede materializarse.

Una vez que estos dos actores definieron lo que sería el proyecto comenzó la selección de investigadores, profesores y técnicos tanto de la UANL como del CICESE (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada) que participarían del proyecto y se acordó que este se alojaría en un área física que la UANL proporcionaría. Se trabajó entonces para el establecimiento de ligas fuertes basadas fundamentalmente en el entendimiento de las necesidades de complementariedad de ambas partes, así como de objetivos acordados en común, para albergar físicamente al laboratorio de láseres industriales, compartiendo los recursos humanos de ambas instituciones. Sólo muy recientemente se firmó un convenio de colaboración que legitimaría estas actividades conjuntas. Por otro lado, está la relación con los otros grupos que participan del proyecto, y que son los que han contribuido con financiamiento y equipo al montaje de los laboratorios. Con COMIMSA (Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A.) se estableció un convenio de colaboración entre el CICESE y este centro mediante el cual el primero donó un equipo al campus Monterrey a cambio de que se trabajara conjuntamente en proyectos que pudieran interesarle a COMIMSA. Con el grupo extranjero integrado por dos Universidades la de Aalborg en Dinamarca y la Universidad de Heriot-Watt en Edimburgo, Escocia y la empresa Coherent Inc en el que las dos universidades extranjeras colaboran terminando de formar alumnos del posgrado bien sea a nivel doctorado o bien a nivel posdoctorado, o en estancias de investigación cortas para adquirir *expertise* en algunas áreas. El trabajo de los grupos que participan en estas universidades está muy vinculado a investigación de frontera en la que se generan conocimientos susceptibles de ser aplicados en empresas de alta tecnología en láseres; es por ello que al director del campus CICESE le interesó que los investigadores se formen bajo estas referencias, que combinan la investigación de frontera con la aplicación de conocimientos. Por su parte, la relación directa con la empresa Coherent Inc ha beneficiado al grupo en el sentido en que ésta ha hecho importantes donaciones en equipo para montar los laboratorios del campus, que coinciden con su interés en el mercado mexicano, en particular del noreste.

En la exposición anterior señalamos brevemente la multiplicidad de actores y los distintos contenidos que dan vida a esta red de láseres aplicados a la industria. La red comienza a funcionar a partir de una gran cantidad de ligas débiles muy dinámicas y que, en el proceso, se han ido fortaleciendo y centralizando alrededor de un actor principal, a diferencia de lo que sucede en el caso de los proyectos UNI donde la estrella primaria esta centrada en dos actores principales con ligas muy fuertes.

Los nodos de UNI-CEMEX

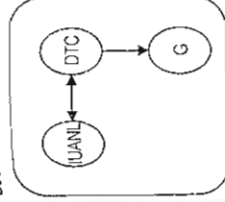
Se puede decir que la estrella primaria del proyecto inicial (UANL-CEMEX) estuvo constituida por la directora del CIDE-MAC y el gerente de Nuevos Procesos del grupo CEMEX, que era profesor de la maestría. A los que se agregaron los investigadores del CIDEMAC y algunos tecnólogos de la empresa. Tenemos que rescatar aquí que los intermediarios⁵ que facilitaron el flujo de conocimientos fueron los alumnos del programa, algunos de los cuales se integraron también a esta primera estrella y contribuyeron a reforzar ligas con otros actores que formaron estrellas derivadas. En este caso se encuentran los especialistas seleccionados para participar en la asesoría de algunas de las tesis y en proyectos específicos, debido a que para obtener resultados en los proyectos, fue necesario integrar nuevas personas, pertenecientes a otras instituciones nacionales e internacionales para resolverlos, y que han pasado a integrar la Red Nacional Cerámica.⁶

La dinámica de esta red podría graficarse del modo como lo muestran los esquemas adjuntos.

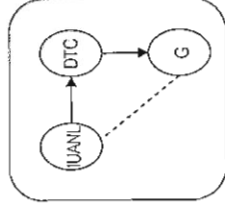
5. En el caso de los constructivistas los intermediarios son objetos relacionados más con conocimiento codificado, en nuestro caso los intermediarios son personas específicamente estudiantes, que tienen incorporado el conocimiento.

6. La Red Nacional Cerámica se formó como parte de un proyecto para integrar redes sobre campos específicos del conocimiento. Este proyecto estuvo encabezado por el Director Adjunto de Investigación Orientada del CONACYT, tenía como propósito integrar capacidades de investigación para la solución de problemas específicos planteados por algún grupo o sector industrial. Además de la red de cerámica se integran otras en metalurgia, matemáticas aplicadas, robótica, materiales, polímeros, catálisis, informática, etc.

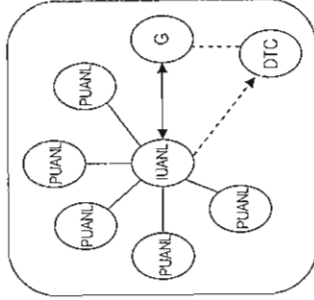
1.^a Etapa
Los contactos iniciales



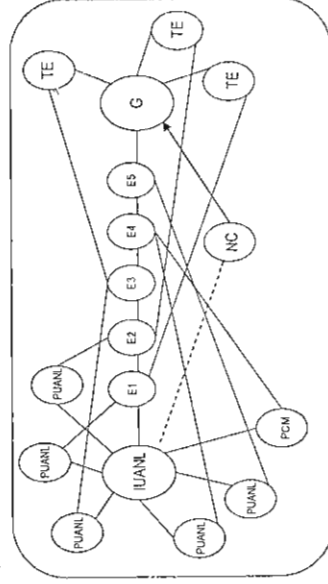
2.^a Etapa
La firma del convenio



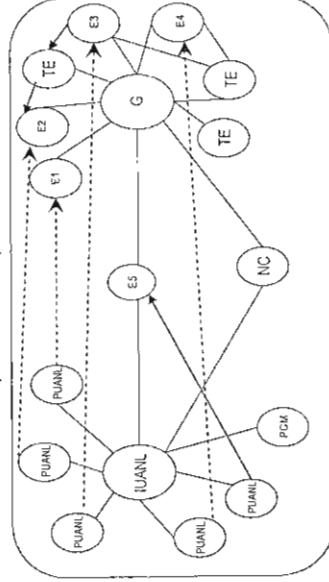
3.^a Etapa
La primera etapa del convenio



4.^a Etapa
Cuando los estudiantes son intermediarios



5.^a Etapa
Cuando los estudiantes pasaron a la empresa



IUANIL = Directora CIDEMAC

DTC = Director tecnología central

G = Gerente de nuevos procesos

PUANIL = Profesor UANIL

E1-E5 = Estudiantes del proyecto incorporados
o no a la empresa

PCM = Profesor CINVESTAV (Mérida)

TE = Técnicos de la empresa

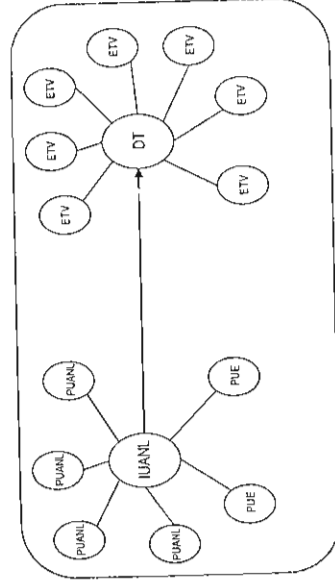
NC = Nuevo coordinador

En el caso de Vitro, la estrella primaria estuvo integrada también por la directora del CIDEMAC antes citada y por el director del área de tecnología de la empresa quien fue el responsable desde Vitro. Ambos actores definieron los temas tecnológicos de interés para la empresa, sobre los que trabajaría el personal técnico de sus diferentes unidades. Esos técnicos fueron los únicos alumnos admitidos en el programa. Los estudiantes por su parte, tuvieron un doble papel. Por un lado y, tal como sucedió para el caso de CEMEX, fueron los *intermediarios*, y por otro jugaron también el papel de *traductores* en el sentido en que interpretaban los conocimientos que habían adquirido en la maestría y en algunos casos coordinaban su aplicación para la solución de problemas en sus lugares de trabajo.

La dinámica de esta red podemos indicarla como muestra el primer gráfico de página adjunta.

El armazón de la red de láseres industriales

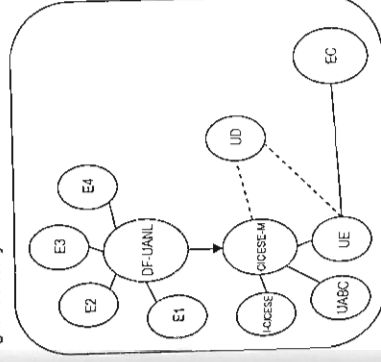
En el caso del proyecto de láseres, la estrella primaria se conformó con tres investigadores con posgrados en el extranjero, dos de la Universidad de Heriot-Watt en Edimburgo, Escocia y otro de la Universidad de Aalborg, Dinamarca donde había estudiado el mismo director del campus Monterrey del CICESE, además de dos técnicos, uno del CICESE y otro de la Universidad de Baja California. El grupo se ha ampliado a través de convenios a nivel nacional con la Facultad de Físico-Matemáticas de la UANL, que permitió integrar a cinco investigadores. A nivel internacional, el contacto con las universidades de Escocia y Dinamarca devino en sendos convenios para mantener una comunicación e intercambio fluido de tecnología y conocimientos tanto a través de estancias de investigadores en los dos sentidos, como de estancias posdoctorales de estudiantes del grupo. El contacto con la empresa se mantiene tanto de manera indirecta a través de las universidades antes mencionadas, como de un antiguo estudiante del grupo inicial que labora como técnico de la empresa. El flujo de conocimientos ha pasado y se retroalimenta constantemente a través de estos investi-



IUANIL = Investigador UANIL
 DT = Director tecnología Viltro
 G = Gerente de nuevos procesos

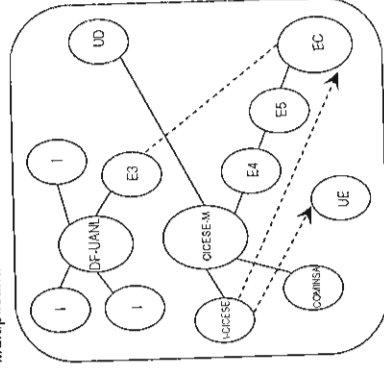
ETV = Estudiante técnico de Viltro
 PUANIL = Profesor UANIL
 PUE = Profesor universidad extranjera

1.ª Etapa Ligas fuertes y débiles



DF-UANIL = Dpto. Física UANL
 E = Estudiante
 CICESE-M = Mérida
 I-CICESE = Invest. CICESE

2.ª Etapa Multiplicando contactos



EC = Empresa Coherent
 UD = Univ. Dinamarca
 UE = Univ. Edimburgo
 UABC = Univ. Autónoma Baja California

gadores quienes en su proceso de formación han trabajado con el grupo de la Universidad de Escocia —que transfiere la tecnología de láseres a las tres empresas que controlan el mercado internacional—; mediante el intercambio de investigadores entre las universidades extranjeras y el grupo del campus Montreyy, y también de estudiantes de los propios programas de la UANL y del CICESE que realizan estudios de doctorado o estancias posdoctorales en las universidades mencionadas anteriormente. En este caso el actor principal actúa como señala Sverrinson, como «un emprendedor que opera dentro de estructuras sociales existentes, pero que las trasciende, combinando recursos existentes en nuevos caminos dirigidos hacia la creación de bases para nuevas actividades económicas y de innovación... es decir que tiene la capacidad de crear conexiones, establecer redés entre empresas, gente, artefactos, áreas de conocimiento y recursos políticos, sobre todo cuando se trata de recursos intelectuales y de otros recursos que están incorporados en las personas, más que en los recursos materiales o en instrumentos financieros» (Sverrinson, 2001).

La dinámica de esta red podemos esbozarla tal como se describe en los dos diagramas inferiores de p. 119.

La dinámica y las negociaciones de los contenidos en la formación de la red

Aunque resulte obvio decirlo, para que actores con referentes institucionales tan distintos como los que se derivan de trabajar en una universidad pública y en una gran empresa privada decidan intercambiar conocimientos, se necesita un fuerte interés de ambas partes. Hemos encontrado que, como resultado de la presión de la competencia internacional, las empresas ven en la introducción de nuevas tecnologías una ventaja competitiva clara. Sin embargo, la introducción de éstas no es una condición suficiente para lograr innovar tecnológicamente. En este sentido, los empresarios han entendido que la innovación tecnológica depende del uso de conocimiento especializado para asimilar, cambiar y desarrollar las tecnologías con las que trabajan. Así, las estrategias tecnológicas se encuentran apoyadas cada vez más en investigación básica lo que supone atraer científicos de

alto nivel de las universidades para la cooperación. Esta cooperación no se encuentra regulada por relaciones de mercado como lo está, por ejemplo, la venta de un paquete tecnológico, sino por relaciones interpersonales donde la coordinación de los proyectos de investigación es administrada por los propios investigadores. De ahí que en la estrategia de adquisición de nueva tecnología, un punto clave es la complementariedad y dinámica de las capacidades externas e internas (Benoit-Joly, 1999) que permitan una negociación ventajosa para el que la adquiere. Así, los requerimientos de conocimiento de la industria y en particular, los resultados de la investigación científica y tecnológica son cada vez más evidentes, lo que trae como consecuencia la expansión de la demanda de flujo de conocimiento especializado entre las empresas. Conocimiento que puede constituir un factor clave en la ventaja comparativa de una determinada empresa. Un ejemplo de lo anterior es lo que encontramos en los proyectos UNI encaminados a formar técnicos muy calificados que en cierto momento se conviertan en traductores tecnológicos de la empresa e incluso puedan desarrollar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico (López, entrevista).

Por su parte las IES han entendido el papel que pueden jugar las empresas para complementar los procesos de formación de sus estudiantes e incluso, cada vez más, encuentran que éstas pueden ser proveedoras de problemas de investigación, y que ante los problemas de financiamiento pueden constituirse en una alternativa. Además, la relación con las empresas posibilita el desarrollo de habilidades gerenciales de los investigadores y profesores que tienen contacto con ellas. A lo largo de esta investigación encontramos grupos o individuos que, dándose cuenta de ello decidieron, desde las IES y las empresas, constituir grupos interinstitucionales para acceder al *expertise* y al conocimiento tácito a partir de la incorporación de personas con una formación académica, en donde la educación formal se complementa con la práctica industrial, como lo son los que trabajan en los proyectos UNI-Empresa (CEMEX y Vitro) y, en el proyecto Láseres Industriales del CICESE campus Monterrey.

Para que los individuos con contactos informales y hasta formales logren finalmente establecer proyectos interinstitucionales relevantes para todos los participantes, es clave el papel de las negociaciones entre los distintos actores que podrían sos-

tener los proyectos y, constituirse en redes de conocimiento. Es por ello que el propósito de este apartado es explorar las negociaciones que permitieron la constitución de redes y proyectos en torno a tres temas que consideramos claves en este proceso y que son: la dinámica de los proyectos; el contenido y el resultado de éstos y, las características de los actores.

El curso de los proyectos y la negociación de sus contenidos

La dinámica de los proyectos y la creación de la red interinstitucional se vio favorecida por varios elementos. En el caso de los proyectos UNI; en principio porque los actores de la red lograron convencer a sus directores, tanto de las empresas como de la UANL, de que era importante capacitar gente de alto nivel. Un segundo elemento lo constituye las relaciones previas, esto es básico como nos lo muestra la siguiente referencia...

[...] si no hubiéramos conocido gente de la universidad, si no me hubieran invitado a ser profesor de la maestría entonces, el proyecto hubiera sido mucho más difícil [López, entrevista].

Con Vitro la relación comenzó con contactos informales al interior de la Sociedad Cerámica, en donde participaba el director de Tecnología Central del grupo, quien desde entonces ha desempeñado un papel clave. Fue a través suyo que se logró interesar a otras divisiones de la empresa y convencerlas de la oportunidad de formar recursos especializados cuyos proyectos pudieran atender una gran variedad de temas tecnológicos requeridos por aquella. Para este caso los estudiantes eran los mismos técnicos de Vitro que financió en su totalidad el programa. El tercer elemento referido es la disponibilidad de capacidades requeridas por la empresa en la región y específicamente en la institución con la que se armó el proyecto; el único grupo que hace en Monterrey química del estado sólido, es la Facultad de Química de la UANL por lo que los técnicos de las empresas recurrieron a este grupo.

En el caso del proyecto de láseres industriales, los elementos que propician la creación de la red están relacionados con un trabajo previo de convencimiento del actor principal para invo-

lucrar instituciones académicas nacionales, internacionales y las empresas asociadas a éstas. El trabajo se basó en pequeñas colaboraciones académicas que implicaban en algunos casos soluciones industriales, pero a diferencia de lo que sucede en los proyectos UNI estas relaciones eran más horizontales y sólo después han implicado el involucramiento de las cabezas de las instituciones, que también ha sido indispensables para formalizar el proyecto, pero sobre todo para establecer nuevas colaboraciones. Un segundo elemento que coincide plenamente con el caso de UNI es la integración de capacidades, aunque estas estuvieron centradas en personas en un principio y no en grupos y menos todavía en instituciones.

Es importante destacar que, en los dos casos analizados, el proyecto es el contenido que refuerza las ligaduras previamente establecidas por los actores de la red.⁷ Lo que es diferente, es la forma en que se establecen las negociaciones de los convenios que dan origen al trabajo de los proyectos y, la manera en que los actores intervienen, lo que deriva en distintas estructuras de red. En el caso de los proyectos UNI, desde el inicio, además de tomar la iniciativa, la negociación siempre estuvo a cargo de los actores principales de las dos instituciones que dirigen el proyecto. Son estos dos actores en cada una de las redes (CEMEX y Vitro) quienes negociaron sus referencias institucionales para fortalecer las ligas de la red, de ello da cuenta la siguiente cita:

[...] el posgrado fue el vínculo porque ya teníamos una relación... no era una relación de un año, era de diez años atrás, desde el 85 que yo regresé a no tener nada con que trabajar; precisamente por ese picar piedra y tocar puertas es como conocí a Hugo Bolio. Hugo, fue clave en un principio porque, me dio muchas de sus ideas fui explorando cosas y al principio eran ellos los que me ayudaban a mí, o sea, ellos me abrían las puertas de sus laboratorios. Él tenía muchas ideas, es muy creativo y tanto intercambiar ideas... nos empezaba a dar clases. Ahí es donde todo surge donde cambiamos nuestra maestría que en principio era en química inorgánica orientándola hacia cerámica. Entonces cuando yo llegué empecé a armar programas en colaboración con gente experta, o con gente de la industria y, con gente como Hugo... él me

7. En trabajos anteriores hemos encontrado que las relaciones previas fundamentalmente informales aunque también las que están reguladas por convenios son básicas para el establecimiento de proyectos de largo alcance, véase Casas (coord.), 2001.

ayudo a hacer el programa y desde entonces, se fue generando un vínculo muy particular; algo nada comercial ni nada privado, se fue entablando un relación personal y de amistad hasta que ya me fui haciendo de los equipos de mi laboratorio y de ideas para mi trabajo, con ellos mismos y con toda la Sociedad Cerámica por-que, fue ahí donde empezamos a imaginar programas de posgrado. Así, pasaron diez años de estar dale y dale, hasta que dijimos ya tenemos todo, ¿cómo arrancar? Reconocieron la necesidad de tener un recurso humano de más alto nivel y fue cuando apoyaron la formación de jóvenes ingenieros dentro de su planta y ahí están ahora así fue como se origino todo [Torres, entrevista].

En el caso del proyecto de láseres industriales, la iniciativa y el peso de las negociaciones recayeron en el actor principal, el investigador del CICESE, quien a partir de los contactos que había acumulado desde que era estudiante de la maestría y durante su formación en el doctorado, logró integrar *alianzas estratégicas* con las IES nacionales y extranjeras y con empresas asociadas a éstas. Las referencias que han guiado la red han respondido más a una dinámica empresarial en donde el objetivo principal se ha centrado en absorber el conocimiento existente y generar nuevo que pueda aplicarse entre las empresas de la región. Lo que se ha logrado —hasta el momento de la entrevista— es el intercambio de trabajos de investigación mediante la supervisión conjunta de estudiantes y la integración de proyectos interinstitucionales que van desde los relacionados con servicios hasta la solución de problemas técnicos. Al respecto el actor principal señala:

[...] el proyecto de investigación es el proyecto semilla que da origen a lo que sería una expansión del CICESE de Ensenada en Monterrey. Este proyecto de investigación tiene contemplado reunir varios investigadores para trabajar en forma de grupo con el fin de desarrollar un proyecto que tiene una aplicación real a nivel regional y mundial y, un nicho de negocio para compañías transnacionales que venden láseres pues encuentran un mercado muy agresivo en la adquisición de ese tipo de equipos. Nosotros estamos trabajando en la ingeniería de esa tecnología a nivel del conocimiento, la generación del conocimiento tecnológico pasando por las aplicaciones hasta llegar al posgrado... Desde el ochenta y cinco empezamos a trabajar con proyectos para diferentes industrias aquí en Monterrey a través del Tecnológico de

Monterrey; en aquel entonces empezamos a trabajar proyectos para desarrollar algunas necesidades de las empresas como Cigarrera La Moderna, que estaban interesadas también en aplicar láser a procesos de manufactura... en estos proyectos trabajamos a través del ITESM porque, el CICESE aquí nadie lo conocía. De algún modo nosotros queríamos hallar un filtro, nos aliamos con alguien para usar esa imagen y la UANL nos la dio... Por otro lado, a principios de los noventa, opté por seguir mi camino de investigador y en el noventa y tres me fui a Dinamarca a trabajar y a obtener el doctorado. A mi regreso ya tenía una estructura de grupo, entre mis estudiantes y yo hicimos de hecho una sociedad anónima para dar asesorías, consultorías en óptica y bueno, eso se quedó ahí porque nos fuimos al doctorado. Con este grupo teníamos el compromiso de regresar a México, así mi primera propuesta fue precisamente abrir el grupo de investigación en el CICESE de láseres moleculares [Villagómez, entrevista].

Negociaciones para el uso y manejo del conocimiento

El contenido de los proyectos que para el caso de los UNI estaba centrado en: las obligaciones y derechos de profesores y estudiantes; la adscripción de estos últimos; y el alcance de los trabajos de investigación, fue también, una fuente de duras negociaciones. Producto de estas negociaciones es que los programas de maestría y especialización han implicado algo más, que la formación de estudiantes muy calificados en el sentido en que se procuró: la transmisión de capacidades entre profesores y estudiantes que pertenecían a las distintas instituciones; la experimentación con problemas de la empresa, las tesis estaban relacionadas con temas de interés para ésta, y la integración de programas académicos conjuntos en donde participaban tanto profesores de la UANL como técnicos de las empresas involucradas en el diseño, impartición de cursos y supervisión de tesis. Lo anterior tuvo como resultado una complementación de capacidades, una suma de competencias y que los alumnos se formaran a partir de una combinación de conocimiento tácito y codificado derivado de la educación formal de la UANL y, de su entrenamiento en la empresa.

Los estudiantes involucrados en los proyectos UNI en CEMEX tenían la percepción de estar dentro de la empresa, aunque seguían siendo becarios de la UANL, en el caso de UNI-Vitro

ya eran personal técnico de ésta. Para ambos el trabajar en un proyecto como éste representaba un doble aliciente: la oportunidad de dar a conocer sus habilidades en la empresa y su desarrollo académico en un área de alta especialización; esto es, obtenían un título, y la posibilidad de colaborar en trabajos técnicos muy complejos, bien sea en las empresas participantes o, en otras empresas importantes en la región. Lo anterior establecía compromisos que fortalecían las ligas con las dos instituciones encargadas del programa lo que se puede apreciar en los siguientes resultados: en 2001, de los 44 alumnos egresados de la maestría en materiales cerámicos, 26 laboran en empresas relacionadas con el programa, 6 en CEMEX y 20 en Vitro. Otros 12 más, se han incorporado a otras IES en diferentes partes del país para continuar sus estudios de doctorado. Ello sin dejar de mencionar a dos más que cursan el doctorado en España en el Instituto de Cerámica y Vidrio, con el cual el CIDEMAC guarda una estrecha colaboración (www.cidemac.com).

Por su parte, el proyecto de láseres industriales apuesta a formar expertos altamente capacitados y calificados a dos niveles. A nivel del posgrado, combinando la educación formal con la investigación aplicada, de manera de intercambiar, transferir y generar conocimientos y capacidades entre grupos de investigación pertenecientes a las distintas instituciones participantes y entre éstos y sus alumnos; en donde el ingrediente internacional de conocimiento de frontera desempeña un papel clave. A nivel técnico formando y capacitando expertos en sistemas basados en láseres industriales de manera de contribuir a que las empresas que utilizan estos sistemas logren tener: «la pareja ideal en el piso de producción: con cada láser un experto». A largo plazo, igual que en los proyectos UNI, el propósito es llegar a formar expertos a partir de una combinación de conocimiento tácito y codificado derivado de su incorporación a la red de investigación, constituida por grupos nacionales e internacionales, así como de su entrenamiento en el desarrollo de productos y servicios de alta calidad para las empresas usuarias de estas tecnologías. Los estudiantes que se han involucrado en este proyecto en sus dos años de existencia, y que se han integrado a alguna de las empresas involucradas en el desarrollo y manejo de estas tecnologías, no han perdido las ligas con otros miembros de la red, son estos los *caballos de Troya* que posibilitan la integración

de las capacidades generadas por los miembros de la red y que pueden ser de utilidad para negociar conjuntamente la solución de los problemas de las empresas participantes.

La doble filiación de los estudiantes incorporados a los proyectos UNI, llevó a que las negociaciones más difíciles estuvieran relacionadas con las características de las tesis de grado. En primer lugar, por el contenido mismo de las tesis, los actores de la empresa no querían que la tesis difundiera la sustancia del problema resuelto; los de la academia decían que las que no abordaban esto de manera amplia no tenían ningún contenido. Este no es un problema menor, e incluso se ha reportado ampliamente en la literatura especializada y se encuentra relacionado con la dicotomía que se plantea entre la secrecía que exige la empresa, pues ha pagado por el desarrollo, y el compromiso de difusión de los conocimientos bajo el cual se realiza el trabajo de investigación. A este respecto hemos encontrado varias posiciones, desde los científicos que se oponen a trabajar con la industria porque ésta les impide difundir los resultados, hasta aquellos que han encontrado cómo ligar el trabajo científico con los problemas de la industria buscando que todos sus trabajos con la empresa planteen retos académicos serios, susceptibles de ser publicados en las mejores revistas especializadas (Castaño, entrevisista).

En segundo lugar, otro aspecto sujeto a negociación, lo constituye el peso que se le da a la importancia de elaborar o no la tesis, punto sobre el que volveremos más adelante. En el caso del proyecto de láseres la negociación sobre la secrecía de la información no fue un problema tan grave pues ya estaba resuelta por las universidades extranjeras que trabajaban directamente con la empresa. En este caso la negociación más difícil fue la de *abrir un hueco*⁸ en los marcos institucionales del CICESE, un hueco que permitiera que el campus Monterrey trabajara con nuevas referencias que no han permeado a la institución madre.

8. Sería muy riesgoso decir que, con el proyecto láseres industriales se rompen los marcos institucionales del CICESE los cuales no son favorables al trabajo con empresas. Más bien lo que se hizo con la apertura del campus Monterrey fue abrir una entidad distinta con nuevas referencias y en donde el trabajo y la alianza con empresas tiene un peso muy importante en el trabajo de los investigadores adscritos a este campus. El cual contrasta con los proyectos UNI-empresa donde para mantener un equilibrio entre los intereses de la universidad y los de la industria, se ha tendido a flexibilizar las estructuras, sin que ello implique poner en entredicho el nivel académico o la normatividad de la UANL.

En los proyectos UNI el problema se resolvió con la elaboración de dos versiones de la tesis, una para la empresa y otra muy cuidada por la primera para la biblioteca de la universidad. Una posición más radical ha sido la de Vitro, en donde como se sabe que el impacto económico resultado de algunos de los temas desarrollados en la maestría ha sido muy importante, no se hacen públicos no sólo los resultados de las tesis, sino incluso el título del trabajo como aparece en el caso de CEMEX.

Otras negociaciones importantes están relacionadas con la adscripción institucional de los alumnos que son los intermedios que posibilitan las ligas de la red, sobre todo en los proyectos UNI donde los estudiantes tienen en los hechos una doble filiación. Por un lado, son alumnos de la UANL, con las exigencias de un posgrado afiliado al padrón de posgrados de excelencia del CONACYT y al mismo tiempo reciben una beca de la empresa que los obliga a trabajar en ella; en la que tienen acceso a toda la información, infraestructura y conocimientos y por supuesto un jefe al cual le reportan y quien les va marcando las pautas de lo que se debe y no hacer. El contenido de sus tesis, como planteamos atrás, debe guardar un equilibrio entre las exigencias académicas, y los criterios de confidencialidad establecidos por la empresa. Por otro lado, deben considerar además los contenidos científicos de su tema de investigación vs. los resultados en la solución de problemas que le interesan a la empresa; en cuanto a la supervisión, las negociaciones permitieron el planteamiento de un acuerdo explícito mediante el cual la UANL hace el seguimiento académico y la empresa el de los resultados.

La conciliación de estos y otros problemas se logró gracias a que la dinámica de la red estuvo mediada por un proceso de comunicación e interacción constante que permitió flexibilizar la estructura y en algunos casos el contenido mismo de la maestría. En este sentido la estructura del programa estaba basada en una comunicación muy cercana entre profesores y alumnos, misma que se reforzaba durante un período intensivo semanal de clases una vez al mes y después, en los dos siguientes meses en que los alumnos tenían acceso al profesor con base en trabajos del curso y asesorías. El punto más álgido del programa fue sin duda la negociación de los resultados esperados por las dos partes. Para Vitro por ejemplo, fue suficiente con que se cubrieran los créditos del programa, o bien que del proyecto resultara

un ahorro sustancial para un proceso —como sucedió con una persona de Guadalaajara que no se graduó, pero cuyos resultados tuvieron ese efecto—; en cambio para la universidad, esto no es suficiente, ya que el objetivo fundamental es que obtenga el grado, por el compromiso que se ha establecido con el CONACYT, que evalúa el programa por la eficiencia terminal de los estudiantes. Con el fin de continuar con la relación y ofrecer un alto nivel de capacitación para los técnicos de la empresa sin disminuir la calidad académica del programa, se diseñó conjuntamente un diplomado que será impartido en las instalaciones de ésta por profesores de la UANL y de la misma empresa. El programa se impartirá para los técnicos de Vitro pero se abrió también la convocatoria para formar alumnos externos (con beca de la empresa) quienes en un momento dado pueden ser contratados por Vitro. Con el diplomado se pretende resolver uno de los problemas más ríspidos de la relación UANL-Vitro, las tesis de maestría y el descenso de la eficiencia terminal del programa en la cual han incidido negativamente los alumnos no graduados de la empresa.

Un caso distinto es el proyecto de láseres industriales, donde todavía no hay vinculación directa con la industria nacional. Además, los estudiantes reclutados no provienen directamente de un programa resultado del proyecto sino de las Facultades de Ciencias Físico-Matemáticas y de la de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la UANL o del mismo posgrado del CICESE, y sólo se integran a la red cuando el contenido de sus trabajos de licenciatura o posgrado, atienden a problemáticas de interés para el desarrollo del grupo y/o aportan soluciones a problemas prácticos.

La valoración de los actores

Las características de los actores constituyen otro elemento de gran importancia para establecer las ligas de una red. En el caso del proyecto UNI con CEMEX el nombramiento de un doctor en química como gerente de Nuevos Procesos fue la circunstancia que cristalizó la relación con la universidad. La historia comenzó cuando el recién nombrado gerente de Nuevos Procesos inició gestiones en 1994 para integrar un laboratorio central en la gerencia, y se enfrentó al problema de que la em-

presa no contaba con los técnicos necesarios para ello. En principio recurrió a la UNAM de donde era egresado y donde estaban sus redes académicas. Por otro lado, estaba el contacto del director de Tecnología Central de la empresa con la directora del CIDEMAC quien tenía interés en orientar el posgrado con que contaba la Facultad de Química hacia las necesidades de la industria de la región. Para ello comenzó a formar parte de la Sociedad Cerámica en donde estableció los primeros contactos con las empresas del campo en la región. Allí conoció al director de CEMEX quien la presentó con el gerente anteriormente citado. La experiencia de trabajo de la investigadora, las posibilidades de colaboración del CIDEMAC-CEMEX, la cercanía física de ambas instituciones fueron algunos de los factores que propiciaron que el gerente volviera sus ojos a las capacidades de la UANL y se olvidara un poco de sus antiguos colegas de la UNAM. Fue entonces que se pensó en integrar una maestría en materiales cerámicos cuyos egresados pudieran colaborar en la solución de problemas de las empresas de la región. Podemos decir, que las características que compartían estos dos actores eran entre otras: una formación académica sólida que les permitía decodificar información e identificar problemas comunes; una fuerte capacidad de liderazgo en sus organizaciones ligada a su posición institucional lo que les permitía la negociación de nuevas referencias al interior de su institución; una gran cantidad de *conocidos* con capacidades en el área de materiales; plataformas institucionales muy fuertes desde la empresa, la principal cementera del país, y desde la UANL una universidad muy reconocida en la región; por último una atención cuidadosa y constante de los iniciadores de la red.

En el caso del proyecto de láseres el investigador emprendedor capitalizó todas las redes que había establecido con empresas y grupos académicos en la región, desde que era estudiante de la maestría en el CICESE. La principal característica para la selección de los actores que integrarían la red era tener una formación académica sólida, en docencia o en investigación aplicada y el interés de que los resultados de estas investigaciones fueran más allá de publicaciones especializadas. Así cada uno de los actores de la red tiene que cumplir una función bien sea en docencia, bien en investigación y además estar dispuesto a participar en proyectos de I+D que generen recursos para

equipar o mantener al grupo de trabajo. Si alguna de las personas que quiere unirse al campus no reúne cualquiera de las dos características simplemente no se acepta. Así se fueron eliminando actores e instituciones⁹ que no cubrían el requisito de investigación, de la misma manera que salieron también investigadores que no estaban dispuestos a hacer investigación aplicada. Como en el caso anterior, se buscó que el proyecto estuviera fuertemente arraigado con las actividades industriales del área,¹⁰ incluso a eso obedeció la apertura del campus Monterrey del CICESE pues...

[...] a nivel global los láseres son industriales y en donde está la industria es donde debe encontrarse el grupo de trabajo y como no está en Oaxaca o sea no está en el sur de México, si allá estuviera yo me hubiera ido para allá definitivamente [Villagómez, entrevista].

También como en el proyecto UNI la selección de la contraparte se pensó en función de características tales como: que esta tuviera una plataforma institucional muy fuerte y por eso se seleccionó a la UANL, una institución académicamente sólida y reconocida, y en la que los actores involucrados en esta institución contarán con las capacidades para decodificar el conocimiento en láseres.

Los recursos materiales de las redes

Hasta donde hemos observado, la dinámica de la relación interinstitucional esta basada en flujos de conocimiento y procesos de aprendizaje que derivan en el desarrollo de un conjunto de habilidades, donde las empresas, complementan sus capa-

9. Esto es muy claramente lo que sucedió con el ITESM con quien en un principio se buscó establecer una alianza por las redes establecidas previamente por el investigador, pero sobre todo por sus capacidades gerenciales y su prestigio en la región, sin embargo debido a que esta institución no estaba interesada en hacer investigación básica en el área, llevo a que no se le incluyera en el proyecto.

10. Coincidimos con Ferraro y Quintar que lo que define la escala de lo local y que le da elasticidad a esa escala, es el sentido de pertenencia y afinidad al lugar que tienen sus agentes y que se «construye» mediante la continua interrelación con el medio y con los demás agentes a partir de sus necesidades e intereses (Ferraro y Quintar, *apud* Moori-Koenig, y Yaguel, 1998).

ciudades tecnológicas y las IES delimitan nuevos campos de especialización. En nuestros casos esto sucede a través de la formación de recursos con capacidad para manejar ciertas tecnologías, formular problemas y buscar soluciones desde diferentes perspectivas. Como hemos visto a lo largo de los apartados anteriores en cada uno de los proyectos existen recursos materiales, institucionales y de prestigio que facilitan la dinámica de los proyectos y fortalecen las redes de conocimiento. La intención de este apartado es pues resumir en cada uno de los proyectos los recursos que facilitan las relaciones desde la perspectiva de los distintos actores que intervienen en estos.

Comenzaremos por los proyectos UNI en los que los elementos que podemos destacar como aquellos que ayudaban a construir ligas fuertes en las redes de colaboración universidad-empresa son los siguientes.

Para la UANL:

- Establecimiento de un convenio formal con una de las empresas más importantes de la región.
- Contar con el financiamiento derivado del pago anual por becas y colegiaturas que además se paga por adelantado y en una sola exhibición. La universidad se ahorra además el costo de las tesis, que en trabajos experimentales es muy alto (entre 10 y 20 mil dólares por alumno).
- Fornar recursos humanos muy aptos para el trabajo industrial, *mestizos*¹¹ que pueden fácilmente incorporarse al mercado laboral en ésta o en otra empresa.
- Interacción de la universidad con proyectos muy relacionados con la empresa, lo que puede derivar en otros proyectos conjuntos.

Para los estudiantes:

- El *mestizo* aprende a trabajar bajo dos lógicas diferentes, la primera la de investigación y la segunda la del trabajo industrial, lo que lo forma como un buen *traductor* en futuras redes de conocimiento.

11. A lo largo de todas las entrevistas tanto del lado de la empresa como del de la universidad continuamente se mencionó el concepto de *mestizos* para hacer referencia a los estudiantes formados en el marco del proyecto. Con esto se alude a los orígenes distintos de los estudiantes formados.

- Derivado de lo anterior los alumnos terminan con un título de Maestros en Ciencias y con dos años de experiencia industrial.
- Los *mestizos* de Vitro, quienes generalmente cuentan ya con habilidades gerenciales, incorporan y transmiten a sus subordinados los métodos de los investigadores para la solución de los distintos problemas técnicos que se presentan en sus áreas de trabajo.

Para CEMEX:

- Establecer un convenio con la UANL que le garantiza un flujo de conocimientos continuo y prioritario para resolver una gran cantidad de problemas.
- Abrir espacios de discusión académica que posibilitan también flujos de conocimiento para la empresa a partir de la participación de sus técnicos en comités de tesis.
- Dedicación del 100 % del tiempo del estudiante a resolver un problema de la empresa en el segundo año.

Para Vitro:

- Establecer un programa cerrado de formación de recursos humanos en el que participarían exclusivamente técnicos de la empresa de distintos lugares de la República.
- Lograr que los cursos impartidos fueran intensivos y se impartieran en una o dos semanas al mes de tal forma que la empresa ahorra en horas de trabajo y en los viáticos de los técnicos que provenían de otros lugares de la República.
- Negociar primero una maestría y después un diplomado a la medida de las necesidades de la empresa.
- Obtener por el mismo costo la asesoría de los profesores tutores involucrados en el programa para la solución de problemas técnicos de alto impacto para Vitro y que fueron resultado de trabajos o tesis planteadas por los alumnos adscritos.

En cuanto a los resultados podemos destacar que las empresas fueron las más beneficiadas en el sentido en que los alumnos adscritos lograron concretar proyectos técnicos de impacto y, en el momento de realizar nuestro trabajo de campo, varios de ellos administraban algunos proyectos y procesos tecnológicos.

Por otro lado, algunos de los alumnos participantes en el programa se integraron a la junta técnica del nuevo proyecto de

Indicadores gerencia de nuevos procesos CEMEX

<i>Productos</i>	<i>1996</i>	<i>1997</i>	<i>1998</i>	<i>1999</i>	<i>2000</i>
Reportes técnicos	6	3	14	22	13
Tesis maestría	0	2	0	1	2
Tesis licenciatura	0	0	1	2	1
(I)/(E)	0 %	0 %	21 %	45 %	54 %
(D)/(E)	17 %	0 %	14 %	23 %	31 %
(I+D)/(E)	17 %	0 %	36 %	68 %	85 %

(I)/(E) = Estudios implementados en las operaciones

(D)/(E) = Estudios desarrollados en pruebas industriales

maestría establecido entre Vitro y la UANL. Desde la UANL podemos mencionar que sus objetivos no se cumplieron del todo en la medida en que la mayoría de los estudiantes no lograron la obtención del grado. La utilidad técnica de los productos de los proyectos propició una situación de *confianza* en los conocimientos técnicos de la UANL lo que permitió la apertura de canales de comunicación fluidos y continuos. Esta confianza se extendió también al problema de la confidencialidad de la información especializada, tan difícil de controlar cuando los conocimientos fluyen a partir de la movilidad de los actores (estudiantes, profesores, traductores etc.) y que genera tantas *susceptibilidades* cuando se quieren establecer proyectos de colaboración interinstitucional. En este sentido las tesis contenían sólo una parte de los resultados del proyecto de investigación procurando publicar solamente aquellos datos necesarios «para certificar la imagen de la Universidad» (Loredo, entrevista). Por último podemos mencionar que los directivos de Vitro han valorado los resultados y está por iniciarse un nuevo proyecto más adaptado a sus necesidades: un diplomado en vidrio con varias salidas de especialización. Con ello se resuelve el problema de las tesis que además de representar una pérdida de información para la empresa, para la UANL implicaba un factor de conflicto pues, el que no se recibían los alumnos, influye negativamente en los resultados de la eficiencia terminal del programa.

En el proyecto de láseres industriales el primer resultado fue la creación misma del campus CISESE en Monterrey. Un espacio académico en donde fluyen recursos materiales, ideas, conocimientos, redes, referencias y prestigios institucionales,

etc. (Laet M.D., 2002). Algunos de los más importantes son los siguientes:

Desde el CISESE:

- La idea de integrar el grupo de láseres moleculares aplicados al trabajo en la industria.
- El conocimiento para integrar este grupo, lo que implicaba no solamente un doctorado en el área sino las referencias para trabajar con la industria, adquiridas por el investigador durante su formación en el doctorado pero también en trabajos industriales previos.
- Cierta equipo para montar los laboratorios iniciales conseguido a partir de un financiamiento de CONACYT, de una donación de COMIMSA y después de la negociación con la empresa Coherent Inc.
- Las redes internacionales con grupos de investigación que están en la frontera del conocimiento.
- Contactos con las empresas de la ciudad y región pero sobre todo el conocimiento de las referencias con las que trabajan los grupos industriales de Monterrey.

Desde la UANL:

- El prestigio institucional de la universidad entre la sociedad regiomontana, pero sobre todo entre las empresas y empresarios de la zona.
- La posibilidad de generar un espacio docente especializado en la temática, que incluía adaptación de programas de maestría, doctorado y posteriormente de diplomados y especializaciones de capacitación.
- Los profesores investigadores que podían contribuir formando a los estudiantes del programa y trabajando en ciertos proyectos.
- El espacio físico para montar el laboratorio.

Desde las universidades extranjeras:

- La posibilidad de encontrar alumnos con cierta formación para sus trabajos de investigación y para sus programas de posgrado.
- Espacios de colaboración con programas internacionales.
- Programas académicos en donde se hace investigación de frontera.

- Redes de colaboración con empresas muy innovadoras en el área.

Desde COMIMSA:

- La donación de un equipo de aproximadamente 200 mil dólares para hacer cortes con láseres.
- Cierta experiencia de trabajo en la solución de problemas de empresas de la región.
- La red construida a partir de estos trabajos con las empresas de la región pero también con PEMEX.
- Las referencias institucionales generadas a partir de la dinámica de trabajo del centro.¹²

Desde Coherent Inc.:

- La empresa se beneficia de los técnicos formados en el campus, uno de los cuales incluso ya es personal de ésta.
- La empresa también se beneficia de los estudiantes que son enviados a las universidades extranjeras a completar su formación.
- El grupo de Monterrey ha recibido donaciones en especie para equipar su laboratorio.
- Apertura de un mercado para la introducción y comercialización de sus productos en las empresas de la región.

Los resultados del proyecto hasta ahora son varios. La integración de un laboratorio especializado en láseres industriales, todavía en proceso de construcción, en el cual se han logrado integrar capacidades materiales y de conocimientos, y cuya formalización ha tomado cuerpo en el CICESE campus Monterrey. A partir de la cual, los contactos que se tenían en un principio se han transformado en una red institucionalizada a través de convenios tanto con la UANL, como con las universidades de Dinamarca y Escocia, como parte de la estrategia del laboratorio de mantener una retroalimentación permanente de intercambio de recursos humanos, con aquellos grupos donde se encuentra la *expertise*, así como la tecnología y el conocimiento especializado en láseres industriales de potencia y sistemas de visión infrarrojo. Para la UANL el proyecto ha permitido el fortalecimiento de su

12. Tenemos que recordar que desde 1991 COMIMSA es sociedad anónima y a partir de 1998 es autosuficiente e incluso ha crecido con sus propios recursos. Véase De Gortau y Santos, 2002

planta docente, en el posgrado de Ingeniería Física Industrial, la formación de alumnos a través del servicio social y la asesoría de tesis a varios niveles, la participación de sus investigadores en el grupo, así como el fortalecimiento de su infraestructura con el montaje del laboratorio. Desde las contrapartes del exterior, la UANL ha logrado que se adopte un esquema de puertas abiertas que siguen muchas universidades europeas lo que implica que intercambios en el uso de infraestructura, de los docentes y de la asesoría a estudiantes, donde no media una contratación formal, sino sólo la obligación económica regida por un convenio para los gastos de estancia y de traslado. Para la empresa Coherent Inc, el ingreso de un investigador del grupo, ha sido el inicio para la donación de equipo y un primera liga para incursionar en las empresas de la región.

Hacia la flexibilización de los marcos institucionales

Como planteamos al inicio del trabajo uno de los atributos fundamentales para la constitución de redes de conocimiento se encuentra en la dinámica de la red en donde intervienen de manera fundamental los procesos de negociación. En este sentido uno de los elementos importantes a construir es la dinámica que posibilita la relación interinstitucional, de tal suerte que, se tiene que dar un proceso de convergencia en el que los códigos y prácticas de la industria se filtren a la academia, de la misma manera que las normas académicas deben incrementar su injerencia en las prácticas de trabajo de los expertos técnicos de la empresa, tal como lo reportan Kleiman y Vallas entre los trabajadores del conocimiento en las industrias de alta tecnología (Kleiman *et al.*, 2001, 30). Para que esto suceda, es necesario que los actores, pero también las entidades que participan en la red, valoren el elemento del conocimiento como una ventaja competitiva, si esto es así los actores pueden *saltarse las trancas* de los esquemas institucionales y establecer relaciones de colaboración a la manera en que la harían dos socios tecnológicos.

En nuestros dos casos el contenido de los proyectos llevó a la negociación de nuevas referencias que se constituyeron a partir de las prácticas de todas las instituciones y de las habilidades de los actores participantes. El caso de los proyectos UNI es el más

evidente, pues desde el inicio de los mismos, se planteó que los alumnos formados contarán con un perfil que integrara referencias tanto de la academia como de la industria para que el egresado pudiera integrarse posteriormente a trabajos de investigación y desarrollo (López y Torres, entrevistas). Por su parte el proyecto de Láseres Industriales, como lo mencionábamos en el apartado anterior, es la punta de lanza que propicia la formación de un nuevo campus del CICESE en la ciudad de Monterrey, el cual es encabezado por un «investigador-emprendedor» que si bien opera dentro de marcos institucionales de dos centros académicos; los del CICESE, su institución de adscripción y, los de la UANL, en donde se estableció físicamente el laboratorio, también tiene ligas empresariales con COMIMSA y con el grupo de Ingeniería de Láseres de la empresa transnacional Coherent Inc con sede en Santa Clara, California Estados Unidos. Las negociaciones, del investigador, estuvieron pues encaminadas a trazar nuevos caminos dirigidos a legitimar actividades de I+D vinculadas con soluciones de problemas empresariales.

Por su parte, los actores relevantes de las empresas que están involucradas en las distintas variaciones de los proyectos UNI establecieron en su relación con la universidad una de socios (*partners*) y no de proveedor-cliente, lo que ha permitido que las negociaciones sean más horizontales y se establezca lo que ellos llaman *una cultura de la colaboración* esto es, referencias comunes que posibilitan una amplia gama de intercambios. La relación está sustentada en un entendimiento desde el inicio, de las necesidades específicas de la industria, así como de objetivos acordados en común. Esto es referido por el gerente de CEMEX en las siguiente líneas:

[...] yo creo que lo más importante es la definición clara, porque, no hubo sorpresas ahí. Cuando diseñamos el proyecto decimos a que se comprometía la universidad, a que la empresa y a que el becario o sea, cuando se establecen compromisos claros pues ya vamos sobre mantequilla [López, entrevista].

En el caso del proyecto de láseres esta *cultura de colaboración* estaba basada en varias circunstancias; las relaciones de colaboración establecidas entre las universidades extranjeras y sus contrapartes empresariales; las relaciones con investigado-

res, universidades y empresas y, las relaciones de colaboración que habían establecido los otros participantes. Para este proyecto se aprovecharon las capacidades técnicas acumuladas en el CICESE y el prestigio de la UANL entre las empresas de la región. Las referencias comunes entre instituciones académicas y las que la UANL tiene con la industria de la región (a partir sobre todo de proyectos y trabajos en otras áreas de la propia universidad), fueron también capitalizadas lo mismo las de CO-MIMSA. Por otro lado, tenemos que enfatizar que el CICESE no cambió sus referencias en torno a lo que significa el trabajo con la industria sino que el campus Monterrey tuvo que *encontrar un hueco* para poder vincularse con ésta, pues las referencias de la institución privilegiaban la investigación sobre cualquier otra actividad. En este caso el actor principal puso en práctica las capacidades que tienen los «emprendedores» referidas por Sverrinson (2001) «...de aprovechar sus redes para traducirlas en cambios organizacionales y de hacer uso de sus conocimientos como su ventaja principal en las negociaciones».

En los tres proyectos referidos el proceso de negociación se facilitó porque entre los participantes había una percepción de que su *socio* era confiable, esta se encontraba fundamentada en el prestigio regional de las instituciones de la red. La cual se había establecido y probado a través de pequeños servicios técnicos y de intercambios temporales entre técnicos de la empresa que impartían cursos y, de estancias cortas en la empresa de profesores de la UANL. Las redes comenzaron entonces con servicios y colaboraciones que fueron estrechando los contactos, estableciendo las ligas e identificando los problemas a negociar. De tal suerte que cuando se identificó la necesidad de contar con recursos especializados desde la empresa, y de la universidad de formar recursos calificados en áreas de conocimiento aplicado, las distintas instituciones participantes coincidieron en asociarse para establecer un programa de posgrado para el caso de los proyectos UNI y una especialización para el de láseres. En los programas se pretendía formar recursos calificados inexistentes en la región. Con estos alumnos se conseguía además sumar capacidades para la solución de problemas; capacidades que estaban acumuladas en los propios alumnos que participaban en el proyecto pero también, en los otros actores de la universidad que se incorporaban como tutores y/o

asesores de dichos estudiantes. Los alumnos se convertían así en intermediarios en las relaciones entre la universidad, y la empresa, jugando distintos papeles como el de: *caballos de Troya* esto es los actores que se forman en las instituciones académicas y que después encabezaban los contactos interinstitucionales (véase Santos, 2001; y De Gortari, 2001); *traductores* de los distintos leguajes técnicos; *intermediarios* en el sentido en que lo describen los constructivistas esto es los que refuerzan las ligas fuertes y directas entre los actores.¹³

La dinámica de los proyectos en el caso de los UNI contribuyó también a establecer nuevas referencias institucionales. En este sentido las evaluaciones, primero mensuales y luego anuales, en las que participaban activamente los encargados de los proyectos ayudaron a decidir sobre cuestiones tales como: presupuestos asignados, laboratorios recomendados para trabajar en problemas específicos, integración y/o exclusión de los actores involucrados en la red y lo más importante, la atención inmediata de cada una de las necesidades del proyecto UNI y sus proyectos derivados, donde lo crucial ha sido la flexibilidad de actores e instituciones en aras del avance de los distintos proyectos. Esto generó un *aprendizaje institucional* (De Gortari, 2002) que es la base sobre la que se sostiene la relación. En el material de campo hemos encontrado que estas reuniones de evaluación son también importantes en otros proyectos para la construcción de este aprendizaje (véase el anexo de material de campo). Para el caso de los proyectos de láseres no se registraron estas reuniones de manera formalizada, sobre todo no con todos los miembros de la red, sino que más bien el líder se reunía en específico con los miembros de cada institución para tratar un tema particular.

La flexibilización de los marcos institucionales tocó también el problema del flujo de información que es indispensable para la marcha del proyecto. En principio, podemos decir que aunque se estableció un acuerdo de compartir la información, ésta sólo

13. Esto se ve claramente en el proyecto de láseres en donde es a partir de los estudiantes formados en el proyecto y que después ingresan a trabajar en la empresa Coherent Inc como se establece el vínculo directo entre esta empresa y los académicos de la UANL y el CICESE. Antes de ello la liga con la empresa era solo indirecta y dependía de la relación de la empresa con las dos universidades extranjeras que trabajaban directamente con ella.

fluía libremente de un lado, puesto que del lado de la empresa existía desconfianza que se manifestaba en hechos como el temor de las empresas de que los estudiantes o profesores divulguen información técnica o de mercado que es estratégica para sus operaciones. Esto se ha ido resolviendo a través del reconocimiento de que de los dos lados hay flujos de conocimiento importantes y estableciendo un seguimiento del proyecto compartiendo, una administración que recae fundamentalmente en la universidad y del control de los resultados desde de la empresa. En el caso del proyecto del CICESE los flujos de información entre instituciones académicas han sido más o menos expeditos, sobre todo porque el coordinador negoció con el resto del grupo una suerte de división del trabajo entre los investigadores participantes, bajo la cual unos se dedican más a la docencia y otros a la investigación. Con las empresas, y específicamente con la extranjera, la negociación ha estado a cargo de las universidades extranjeras con las que trabaja y con las que ya se ha establecido un flujo de conocimientos continuo, a partir de una larga relación de intercambio de conocimientos que muchas veces ha culminado en desarrollos tecnológicos elaborados en la empresa.

Un último un problema que se negocia continuamente esta relacionado con los costos de cada uno de los proyectos; si bien para la empresa el costo financiero de un proyecto es de vital importancia, más significativo es aún que la empresa encuentre el tipo y fuente de conocimiento que está buscando en la academia: conocimiento de campos particulares, información técnica y habilidades y conocimiento relativo al equipo de producción. Para ello la UANL debe de tener suficiente flexibilidad institucional para entender los requerimientos específicos de conocimiento de la empresa, lo que le da ventajas sobre otras instituciones académicas aun cuando éstas han ofrecido a la empresa programas similares, incluso a costos menores.

Finalmente podemos decir que los nuevos marcos institucionales han logrado mantener las redes y cubierto sus propósitos, a prueba de ello es que estas resistieron los cambios introducidos a raíz de procesos de reorganización administrativa en las distintas empresas, conducidas por «especialistas en desarrollo organizacional». Lo anterior se debe a que tanto en el proceso de construcción de la red, como en su dinámica permanecen como elementos claves la confianza, el respeto mutuo y el entendimiento.

De contactos a redes: los recursos humanos como intermediarios en el flujo de conocimiento

A lo largo de la exposición de los casos de los proyectos UNI y de láseres industriales, hemos encontrado algunos elementos que pueden contribuir a explicar las características de las redes que propician los flujos de conocimiento a partir del intercambio de recursos humanos. Podemos comenzar diciendo que, aunque la dinámica de las redes descansa de manera esencial en los actores clave, cuya pertenencia institucional es la que les permite comenzar a desenredar el hilo de la madeja, es a partir de los roles y de las prácticas que estos ponen en juego en las redes, que los contactos se pueden transformar en nodos de una red. Estas transformaciones tienen lugar a través de la generación de mecanismos que permiten negociar las referencias institucionales, los objetivos y resultados, los recursos que se intercambian y la incorporación o exclusión de los miembros. Ello en función de que en una red se construyen reglas, normas y convenciones que son el marco de acción de los diferentes actores, en los cuales descansa la dinámica, la intensidad y la temporalidad de las ligaduras.

Partimos de que una red es una metaorganización (Estades, 1999) que confiere autonomía y capacidad estratégica a los actores que provienen de diferentes instituciones. En ese sentido, los marcos referenciales que se establecen entre los actores al formar parte de una red, son distintos a los de sus instituciones de referencia, aunque en algún momento, estos modelan y son modelados por los marcos de la red. Por otro lado y, como hemos visto en nuestros casos, las ligas de la red se establecen a partir de la movilización de recursos heterogéneos en un acuerdo que vincula actores en el mismo sistema de acción que favorece la creación de un tipo de actor, el actor-red. Este tiene el poder de tomar decisiones y de actuar en el marco de una *hibridización institucional* (Benoit-Joly, 1999). Así, por ejemplo, en el proyecto de láseres industriales la cooperación entre los actores de los distintos laboratorios adscritos al proyecto, implica la constitución de nodos tanto de producción como de circulación de recursos materiales y de conocimientos en donde participan actores heterogéneos ligados para producir conocimiento a través de múltiples interacciones y de una conexión iterativa a tres diferentes elementos: la ciencia, la tecnología y el mercado.

En una red, los actores están sujetos por un lado, a las reglas que derivan de referencias establecidas por la institución a la que pertenecen, por otro implica la creación de un espacio de acción unificado —la propia red— que es resultado de operaciones de traducción que definen los roles y le atribuyen a los actores su identidad en este nuevo espacio. En las redes los actores participan de manera cotidiana en estas operaciones de traducción en las que se ajustan las metas e intereses y en las que se generan nuevas referencias para la acción de los miembros de ésta.

Los acuerdos de cooperación para I+D irrumpen en las fronteras de las organizaciones formales de las instituciones participantes, y confrontan actividades y referencias para plantear y solucionar problemas generales y específicos negociados por los actores relevantes de la red, en torno a los cuales se aglutina una masa crítica de investigadores e instrumentos. Para que estos últimos se conviertan en actores de una red se requiere la construcción de referencias comunes constituidas a partir del aprendizaje, el intercambio de materiales, de personas y de resultados. En este sentido algunos de los elementos que son clave en el establecimiento de este tipo de redes son:

- La confianza que se encuentra ligada a las relaciones interpersonales a partir de la compatibilidad entre las personas involucradas o, de historias de las relaciones mas que, a los arreglos contractuales, y es fundamental en el contexto de la acción. Esta es una condición necesaria para entablar relaciones de colaboración, y solo se logra a partir de la experiencia.
- Los intereses, las competencias y los compromisos de cada uno de los actores que participan de la red, pero sobre todo el establecimiento de los mecanismos y las formas en que estos tres elementos pueden negociarse. En este sentido es básica la complementariedad de las competencias y capacidades desarrolladas por las instituciones y los actores que intervienen en ésta.
- El desarrollo de competencias en términos de la administración de las dinámicas y de los contenidos de la red, considerando para la dinámica los intereses y las controversias de los diferentes actores y para los contenidos la naturaleza de los conocimientos. En este sentido, se deben establecer mecanismos de negociación que permitan entrelazar las lógicas científicas, técnicas y económicas de los distintos actores.

- El establecer mecanismos claros y compartidos para la incorporación de nuevos actores a partir de una serie de criterios, formalizados en función de los objetivos previamente negociados por los actores de la red.
- Si bien la red implica un nuevo espacio referencial para los actores que participan de ella, éstos deben partir de un entendimiento de las referencias y reglas de sus propias comunidades y de las comunidades de los otros. Lo anterior tiende a facilitar la comunicación y propicia la traducción de los objetivos comerciales en cuestiones científicas y viceversa.

Así, el análisis de redes permite ir mas allá de actores específicos y mirar hacia la composición de los roles y de las actividades involucradas en la generación e intercambio de conocimiento. Permite entender de manera mas amplia el grado de influencia de los actores, las densidades de las interacciones y las alianzas interinstitucionales.