

**Informe preparado para el Banco Mundial
(para el *Knowledge for Development Program* del
Instituto del Banco Mundial)**

**Aprovechamiento de la *Diáspora* e Inserción en Redes Globales de
Conocimiento: El Caso de la Red Caldas**

Fernando Chaparro, Corporación Colombia Digital
Hernán Jaramillo, Universidad del Rosario
Vladimir Quintero, Consultor

Bogotá, Abril, 2004

Tabla de Contenido

1. NATURALEZA, OBJETIVOS Y FUNCIONES DE LA RED CALDAS	1
1.1. CÓMO SURGE LA RED CALDAS: EL CONTEXTO Y LOS PIONEROS	1
1.2. VISIÓN, MISIÓN Y OBJETIVOS DE LA RED	2
1.3. LÍNEAS DE ACCIÓN (FUNCIONES) DE LA RED CALDAS	3
2. ASPECTOS ORGANIZACIONALES Y PRINCIPALES ACTORES	4
2.1. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	4
2.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS NODOS DE LA RED CALDAS.....	5
2.3. PRINCIPALES ACTORES Y PAPEL DE CADA UNO.....	6
3. FASES DE DESARROLLO DE LA RED CALDAS	7
3.1. FASE DE GESTACIÓN Y ORGANIZACIÓN (1991-1994).....	7
3.2. FASE DE DESARROLLO Y GENERACIÓN DE PROYECTOS (1994-1997).....	7
3.3. FASE DE LAS REDES ESPECIALIZADAS Y DEBILITAMIENTO DE LA RED CALDAS (1998-2000).....	8
3.4. DESARTICULACIÓN DE LA RED CALDAS (2000-2002).....	9
4. CASOS INNOVADORES DE PARTENARIADOS Y DE COOPERACIÓN GENERADOS POR LA RED CALDAS Y POR LAS REDES ESPECIALIZADAS	10
4.1. CASOS INNOVADORES GENERADOS A PARTIR DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS NODOS DE LA RED CALDAS Y LAS UNIVERSIDADES COLOMBIANAS	11
4.1.1. <i>Proyectos de Investigación Cooperativa</i>	11
4.1.2. <i>Establecimiento o fortalecimiento de programas de postgrado (M.S. y PhD.)</i>	13
4.1.3. <i>Desarrollo institucional: Establecimiento de centros, institutos o grupos de investigación en instituciones colombianas</i>	14
4.1.4. <i>Intercambio de científicos o investigadores</i>	14
4.1.5. <i>Convenios Inter-institucionales de Cooperación:</i>	15
4.2. CASOS INNOVADORES DE PARTENARIADOS GENERADOS POR LAS REDES ESPECIALIZADAS	16
4.2.1. <i>Globalización y Partenariados en el Sector Agropecuario</i>	16
4.2.2. <i>Globalización y Partenariados en el campo de Informática, Electrónica y Comunicaciones</i>	18
4.2.3. <i>Globalización y Partenariados en el Campo de Política Científica y Tecnológica</i>	19
4.2.4. <i>Globalización y Partenariados en el desarrollo de la Agenda Nacional y Global al iniciar el nuevo Milenio: El Caso de Hannover 2000</i>	20
4.2.5. <i>Participación del Grupo de Física de Altas Energías de la Universidad de los Andes en la Red o Consorcio Mundial del FermiLab</i>	23
4.2.6. <i>La Red de Macroeconomía de América Latina</i>	25
4.2.7. <i>El aprovechamiento de la “diáspora de otros países”</i>	27
5. PRINCIPALES FACTORES QUE INCIDIERON EN EL DESARROLLO DE LA RED CALDAS Y EN LA EVOLUCIÓN QUE SE OBSERVA A LO LARGO DE LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS	27
5.1. FACTORES DE ÉXITO QUE DINAMIZARON Y FORTALECIERON LA RED CALDAS	27
5.2. FACTORES LIMITANTES QUE LLEVAN A LA CRECIENTE INEFICIENCIA DE LA RED CALDAS Y SU GRADUAL DESINTEGRACIÓN.....	29
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
ANEXO 1 ALGUNOS CASOS DE COOPERACIÓN GESTIONADOS POR LOS NODOS DE LA RED CALDAS	37
1. NODO DE BÉLGICA (ASBL), NODO DE FRANCIA Y NODO DE ESPAÑA.....	37
2. NODO DE SUIZA: LA ASOCIACIÓN DE INVESTIGADORES COLOMBIANOS EN SUIZA (ACIS).....	40
3. NODO DE GRAN BRETAÑA: EL CASO DEL SECTOR SALUD	43

4.	NODO DE MÉXICO: EL CASO DEL INSTITUTO INTERDISCIPLINARIO DE LAS CIENCIAS (UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO)	43
5.	NODO DE WASHINGTON: EL CASO DE LA RED DE ESTUARIOS	44

Este informe se presenta en el contexto del estudio del Banco Mundial sobre redes científicas y el aprovechamiento de las *diásporas* de países en desarrollo. Al mismo tiempo, este informe forma parte del análisis que se está adelantando en COLCIENCIAS sobre diversas opciones y alternativas para aprovechar la diáspora científica colombiana en el exterior. COLCIENCIAS está desarrollando este proceso en cooperación con el Ministerio de Relaciones Exteriores y con un grupo de la comunidad científica colombiana coordinado por la Universidad de Antioquia y la ACAC, buscando concretar una nueva iniciativa denominada Programa de Diplomacia Científica, idea que surgió en el Simposio Internacional organizado con ocasión de los 200 años de esta universidad en mayo del 2003.

1. Naturaleza, Objetivos y Funciones de la Red Caldas

1.1. Cómo surge la Red Caldas: El contexto y los pioneros

La **Red Colombiana de Investigadores en el Exterior – Red Caldas**, se estableció en 1991 como parte de una política explícita de integrar a los investigadores colombianos en el exterior a la comunidad científica nacional y a las actividades del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Uno de los propósitos que inspiraron el nacimiento de la Red Caldas fue la necesidad percibida de fortalecer los grupos de investigación nacionales mediante el trabajo conjunto con grupos de investigación en otros países y con los colombianos en el exterior, considerando estos últimos como una extensión de la comunidad científica nacional. Otras motivaciones para su establecimiento se encuentran en la posibilidad de extender la red internacional de evaluación de proyectos por pares y la capacidad de hacer más estrechos y regulares los contactos con organismos de cooperación científica internacional. Uno de los *aspectos facilitadores* en el contexto en el que surge la Red es el desarrollo de *Internet*, todavía incipiente en ese momento, que en su primera versión de *bitnet* tuvo una masiva acogida por los estudiantes colombianos en el exterior desarrollándose una capacidad para interconectar personas y grupos a través de correo electrónico, el principal medio de comunicación que se utilizó.

Algunos pasos en este sentido ya habían sido dados en años anteriores por la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, ACAC, al establecer capítulos en Nueva York y París, que posteriormente se fusionarían con los correspondientes Nodos de la Red Caldas. Igualmente, el Centro Internacional de Física (CIF) venía ejecutando una serie de cursos internacionales, cerca de 150 en la década de los 90, marcados por el estímulo a la colaboración con científicos colombianos en el exterior.

La reunión de lanzamiento de la Red Caldas fue convocada en París en octubre de 1991 con la participación de la Embajada de Colombia y de investigadores colombianos residentes en ese momento en diferentes países de Europa. El primer Nodo se constituyó en París y fue rápidamente seguido por el Nodo de Nueva York a partir de la Red de Profesionales y Estudiantes Colombianos en el Exterior (PECX); el Nodo de Suiza a partir de la Asociación de Investigadores Colombianos en Suiza (ACIS); y el Nodo de México. A partir de ese momento se establecen Nodos en las principales ciudades de Europa y en varias ciudades de Norte América. La interacción entre los investigadores en el exterior y de los Nodos con COLCIENCIAS comenzó a desarrollarse principalmente a través del correo electrónico, utilizando al inicio la lista de correos existente COLEXT (Colombianos en el Exterior) y posteriormente creando una lista propia de correos, *R-Caldas*, que ha subsistido hasta el presente.

A mediados de 1994 se celebró en Bogotá el *Primer Simposio Mundial de Nodos de la Red* con la participación de los Coordinadores de todos los Nodos que en ese momento llegaban a 29, cubriendo 27 países con un total de 874 Miembros distribuidos geográficamente de la forma como aparece en el Cuadro No. 1. En este cuadro se puede observar que en los países europeos se concentró la mitad de los Nodos y más de la mitad de los miembros de la Red Caldas. El resto se concentró en las Américas, donde el contingente más importante fue el de Norte América. El resto del mundo está constituido básicamente por Japón, Australia y Rusia.

Cuadro No. 1
Distribución de los Nodos y Miembros de la Red Caldas

	Europa	América	Otros países	Total
Nodos	14	10	5	29
%	48	35	17	100
Miembros	441	392	41	874
%	50	45	5	100

1.2. Visión, Misión y Objetivos de la Red

El objetivo general de la Red Caldas en su fundación fue el de canalizar hacia el país el potencial investigativo de los colombianos residentes en el exterior y vincularlos a universidades, institutos y laboratorios de investigación para que contribuyeran a la creación de la capacidad científica nacional, la internacionalización de la ciencia y la tecnología y la consolidación de la comunidad científica nacional. Por lo tanto, fue un esfuerzo explícitamente orientado a aprovechar la *diáspora científica* del país para que la emigración de profesionales que se estaba presentando no necesariamente implicara que esas personas altamente capacitadas se perdieran para el país.

Dentro de este objetivo general, se plantearon los siguientes objetivos específicos para la Red Caldas:¹

- Difundir información actualizada entre sus asociados y la comunidad académica y científica del país de residencia sobre las actividades del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, facilitando su integración con la comunidad internacional.
- Establecer, de común acuerdo con las representaciones diplomáticas y consulares de Colombia en el país sede, relaciones fuertes con el medio académico científico y tecnológico local que ayudaran a COLCIENCIAS y a los investigadores en Colombia a detectar e interpretar cambios científicos y tecnológicos importantes, identificar oportunidades para investigadores colombianos y promover convenios y acuerdos de cooperación internacional.
- Conformar y fortalecer los Nodos de la Red en los respectivos países y facilitar la intercomunicación entre ellos.
- Favorecer el establecimiento de relaciones científicas especializadas entre los asociados y propiciar su participación activa en las áreas temáticas de la Red.

¹ Estas funciones se destacan en el primer libro sobre la Red Caldas: “*Una Nación sin Fronteras*”; Bogotá, COLCIENCIAS, 1994.

- Estimular mecanismos de acercamiento entre sus asociados y sus pares residentes en Colombia, con el objeto principal de crear y desarrollar vínculos científicos formales a través del diseño y ejecución de proyectos conjuntos de investigación.
- Organizar encuentros entre especialistas colombianos y extranjeros para la conformación de secciones temáticas dentro de la Red Colombiana de Investigadores en el Exterior.
- Elaborar estudios prospectivos sobre la evolución de áreas de investigación y desarrollo tecnológico, de particular interés para las políticas y estrategias del SNCyT
- Servir de intermediario en la presentación y negociación de los proyectos con grupos e instituciones internacionales en los diferentes países.

Los primeros seis objetivos se fueron cumpliendo en forma progresiva e incremental a medida que la Red crecía en número y cobertura. Ejemplos de los logros que se alcanzaron en la década de los noventa se presentan en las secciones 4.1 y 4.2, y se describen en mayor detalle en el Anexo 1 de este documento. El séptimo objetivo no se llegó a cumplir por parte de los Nodos, convirtiéndose esta función en una responsabilidad de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología en el desarrollo de sus respectivos Planes Estratégicos.

Finalmente, varios nodos desarrollaron una importante acción de generar propuestas de proyectos de cooperación científica y tecnológica, como los que se presentan en la sección 4.1. Estas propuestas surgieron de talleres especializados organizados por la Red Caldas a partir de los cuales se llegó a la formulación detallada de proyectos. En varios casos esto llevó a proyectos cooperativos que se desarrollaron a lo largo de varios años; en otros casos no se pasó de la formulación de tales proyectos. Uno de las dificultades que se encontraron fue la de compatibilizar y coordinar los mecanismos de financiación de proyectos en Colombia con los de Europa o Estados Unidos. Un ejemplo de buena coordinación que se logró entre los dos sistemas financieros se puede observar en el convenio entre COLCIENCIAS y la *National Science Foundation (NSF)*, aunque este mecanismo se desarrolló por fuera de la Red Caldas.

1.3. Líneas de Acción (Funciones) de la Red Caldas

Las actividades de la Red Caldas se concentraron principalmente en cuatro líneas de acción:

- Identificación de áreas de investigación con posibilidades de cooperación y formulación de proyectos conjuntos.** A partir de la realización de *Foros generales* patrocinados por la Red Caldas, como el Simposio Mundial de 1994, así como de *Talleres especializados y de foros temáticos* se identificaron líneas y proyectos de investigación, algunos de los cuales se presentan en las secciones 4.1 y 4.2, con información adicional en el Anexo 1.
- Formación de Recursos Humanos y Retorno de Investigadores.** En forma cíclica se han hecho diversos esfuerzos por conseguir el reingreso de colombianos en el exterior. La Red Caldas ayudó a desarrollar el concepto de que hay formas de integrarlos al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología sin necesidad de su repatriación. Adicionalmente, el programa Red Caldas apoyó el retorno de estudiantes en el exterior

con obligación de regresar al finalizar su período de capacitación, ofreciendo la condonación de parte de los préstamos en función de la participación activa en los Nodos de la Red. En el Cuadro No. 2 (ver sección 4.1.) se puede observar el número de becarios enviados al exterior por el Programa de Formación de Recursos Humanos de COLCIENCIAS entre los años 1993 y 2002.

- c) **Pasantías y Movilidad de Profesionales.** COLCIENCIAS cofinanció intercambios científicos entre investigadores residentes en el exterior y grupos de investigación en Colombia, apoyando el viaje de los primeros para interactuar con grupos nacionales. Esta actividad contribuyó a la internacionalización de la comunidad científica nacional, por un lado, y a incorporar al país la creatividad y el potencial innovador de los investigadores colombianos en el exterior. Las solicitudes de financiación se presentaban a COLCIENCIAS conjuntamente por el investigador residente en el exterior y el grupo de investigación nacional, en formato libre, especificando el plan de actividades de la pasantía, las fechas del viaje y el presupuesto solicitado. Algunas de las pasantías se financiaron como parte de proyectos conjuntos y otras dentro de convenios bilaterales de COLCIENCIAS con instituciones en otros países, como NSF (USA), CNPq (Brasil), la DAAD (Alemania) y otros.
- d) **Comunicaciones y Divulgación.** Un modo esencial de comunicación en el interior de la Red Caldas fue el de correo electrónico. Los miembros con acceso a Internet podían inscribirse en la lista *R-Caldas* cuyos participantes recibían y transmitían mensajes a sus pares. Se creó como un foro electrónico en donde se intercambiaban informaciones diversas: eventos científicos, documentación sobre actividades de los nodos, propuestas de proyectos, debates sobre la política de investigación y la participación en discusiones sobre temas especializados, procurando la conformación de grupos temáticos. Adicionalmente la mayoría de los Nodos publicó periódicamente su boletín y el Nodo de Francia llegó a publicar un “*Catálogo de Investigaciones de Colombianos en Francia*”.

2. Aspectos Organizacionales y Principales Actores

2.1. Estructura Organizacional

La Red Caldas tuvo una estructura organizacional simple y bastante flexible, con COLCIENCIAS como coordinador central y los Nodos desarrollando en forma más o menos autónoma las actividades para las cuales lograron obtener financiación dentro de sus propuestas programáticas. La Red Caldas llega a tener 29 Nodos en 27 países con 874 miembros en el momento del Primer Simposio Mundial de 1994. No existió un formato establecido para la conformación de los Nodos y estos se organizaron de acuerdo con las posibilidades y requisitos de los países sede. Algunos se establecieron como asociaciones formales con personería jurídica; otros como capítulos dentro de otra asociación mayor; y otros simplemente como grupo de investigadores reunidos alrededor de un propósito compartido, sin formalizar la constitución del mismo. COLCIENCIAS apoyó los Nodos con algunos recursos básicos para su funcionamiento.

2.2. Caracterización de los Nodos de la Red Caldas

La composición de los Nodos de la Red Caldas, su área y nivel de actuación, su localización geográfica, su origen y su evolución entre otros, son aspectos que permiten caracterizarlos para entender mejor las dinámicas generadas en su interior y los resultados y productos obtenidos.

- **Según su composición** es posible categorizarlos como Nodos conformados exclusivamente por Investigadores Colombianos en el exterior y Nodos con mayor variedad de miembros, incluyendo entre ellos a estudiantes, a otros residentes colombianos (v.gr. en empresas) y a nacionales de cada país interesados en Colombia (los llamados “Colombianistas”). Frecuentemente esta composición fue resultado de la cantidad de colombianos residentes en el país sede del nodo, que determinó la posibilidad y conveniencia de establecer exigencias académicas para el ingreso de miembros al Nodo, o ser más flexibles. La incorporación de “Colombianistas”, nacionales de cada país, es un fenómeno más reciente que ha aparecido en ciertos Nodos, como el de Bélgica (ASBL). La participación de este nuevo tipo de miembros puede darle un impulso especial a las actividades del Nodo, por su capacidad potencial de acceso a niveles de decisión y a ciertas redes nacionales, generalmente fuera del alcance de extranjeros.
- **Según la concentración/dispersión de la comunidad científica colombiana en el país extranjero** se genera otra forma de categorizarlos, pudiendo ser Nodos únicos por país (la mayoría de los casos) o Nodos múltiples en países de gran extensión, como es el caso de Estados Unidos y de Alemania en donde se consolidaron Nodos Múltiples por ciudad con actividades completamente autónomas. La dispersión de los miembros en el país anfitrión llevó a que en cada ciudad funcionaran Nodos independientes, con intereses, proyectos y hasta listas de correo individuales. Es interesante resaltar que no ocurrió así en el Brasil, a pesar de contar con miembros en ciudades tan lejanas como Sao Paulo, Brasilia y Manaus.
- **Según su origen es posible diferenciarlos en asociaciones (formales o informales) que aparecen y son creadas como elementos de la Red Caldas y en Nodos que se constituyen a partir de asociaciones preexistentes**, como fue el caso de la ACIS en Suiza y del PECX en New York. Esta diferencia puede explicar el hecho de que la gran mayoría de Nodos generados dentro de la Red Caldas dejaron de funcionar una vez que la Red lo hizo, mientras que los Nodos evolucionados de agrupaciones anteriores simplemente revirtieron su actuar a las condiciones previas a la Red Caldas y siguieron operando normalmente. La única excepción a este comportamiento es la del Nodo de Bélgica, que habiendo nacido dentro de la Red Caldas evolucionó para convertirse en una Asociación independiente (ASBL) que ha continuado funcionando en forma ampliada al incorporar entre sus miembros a investigadores ‘Colombianistas’ residentes en Bélgica.
- **Según su orientación y función principal**, los Nodos se pueden distinguir entre aquellos que definieron su principal función como la de informar sobre Colombia y sobre la comunidad científica colombiana en el país anfitrión, y aquellos que pusieron un mayor énfasis en el desarrollo de proyectos de investigación cooperativos entre la comunidad científica del país donde se encontraban y sus homólogos en Colombia. En términos

generales se tendió a evolucionar hacia el segundo tipo de Nodo, aun cuando al inicio solo desarrollaba la primera función.

2.3. Principales Actores y papel de cada uno

Se pueden identificar cuatro tipos de actores que participaron de las diversas actividades de la Red Caldas y que desempeñaron una función diferente:

- **Miembros de los Nodos, investigadores colombianos en el exterior:** Pueden ser considerados como los actores principales del sistema y la población objetivo de la mayoría de las estrategias de la Red Caldas. Desempeñan un papel múltiple, como investigadores, como observadores de cambios tecnológicos y oportunidades de cooperación, como negociadores de proyectos conjuntos y como interlocutores en el área temática de su especialidad. Otros tipos de miembros surgieron en diferentes Nodos, incluyendo estudiantes de posgrado, profesionales residentes en el país sede del Nodo y más recientemente ‘*Colombianistas*’ en los diferentes países.
- **Embajadas y Consulados de Colombia:** Fueron las sedes temporales de algunos Nodos y su participación ofreció el marco político de referencia para negociar iniciativas de cooperación. En los Nodos más dinámicos siempre hubo una Embajada o Consulado que desempeñó un claro papel de apoyo.
- **COLCIENCIAS y el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología:** El primero es el promotor y financiador de la iniciativa dentro de sus limitaciones presupuestales. Funcionó como interlocutor desde Colombia de las iniciativas propuestas desde los Nodos. En teoría, esta labor debería ser ejecutada por cada uno de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología de acuerdo con la especialidad temática de la iniciativa. Esta interlocución funcionó más en unos programas que en otros, dependiendo de la importancia que cada Consejo Nacional le asignó a esta cooperación. Este hecho se resaltarán en la sección 4 como uno de los factores de éxito.
- **Grupos y Asociaciones de Profesionales Colombianos en el exterior que pre-existían a la Red Caldas:** En algunos casos constituyeron la base para la creación de varios Nodos. Particularmente activos desde su inicio dando continuidad a las actividades previas que cada asociación estaba desarrollando. Estos grupos también han desempeñado un papel importante luego del debilitamiento de la Red Caldas hacia el final de los noventa que llevó a la dispersión de gran parte de los Nodos de la Red. Donde existían estas asociaciones ellas tuvieron la capacidad de continuar su labor como intermediarios especializados con los grupos de investigación colombianos (v.gr. la ACIS de Suiza).
- **“Líderes científicos articuladores” de áreas temáticas específicas:** Los casos exitosos de cooperación, tales como los que se describen en las secciones 4.1. y 4.2., siempre tuvieron “*líderes científicos articuladores*” que concibieron y movieron cada iniciativa hasta realizarla. Estos líderes articuladores surgieron tanto entre los colombianos radicados en el exterior, como entre los científicos colombianos radicados en el país. Generalmente los casos más exitosos se produjeron cuando se logró una concertación entre un líder de la iniciativa en el exterior y un líder de la misma en

Colombia. Cuando esta coincidencia se da, se produce una *sinergia* que logra concretar la propuesta en proyectos específicos. Este actor desempeña un papel estratégico en convertir propuestas en proyectos y acciones concretas. En las secciones 4.1. y 4.2. se darán ejemplos.

3. Fases de Desarrollo de la Red Caldas

Se pueden distinguir cuatro fases en la evolución de la Red Caldas a lo largo de los últimos 12 años: (a) Fase de gestación y organización (1991-1994); (b) fase de desarrollo y generación de proyectos (1994-1997); (c) fase en la que comienzan a predominar las redes especializadas con un debilitamiento gradual de la articulación central de la red (1998-2000); y (d) desarticulación de la red y crisis de identidad (2000-2002). A continuación una breve descripción de cada fase.

3.1. Fase de Gestación y Organización (1991-1994)

La primera fase de la Red Caldas va desde la reunión de lanzamiento que tuvo lugar en París en octubre de 1991 hasta el Primer Encuentro Mundial de la Red Caldas que se realiza en junio de 1994. Es durante este período que se establecen los 29 Nodos que constituyeron la Red. En la sección 1.1. se analizaron tanto los antecedentes inmediatos a este proceso como los principales eventos que se desarrollaron durante este período.

Esta primera fase culmina con el *Primer Encuentro Mundial de la Red Caldas* realizado en Bogotá en junio de 1994. La filosofía de la Red se refleja en el título del libro que salió de este encuentro.² Al examinar este libro vemos que el principal esfuerzo se orientó hacia la primera de las cuatro líneas de acción descritas en la sección 1.3.: la de identificación de áreas de investigación con posibilidades de cooperación y formulación de posibles proyectos conjuntos. Se constituyeron grupos de trabajo en cada tema prioritario identificado en este encuentro, estableciéndose un coordinador en Colombia y un coordinador en el exterior, ubicado en un Nodo específico. Esta es la base sobre la cual se inicia la segunda fase.

3.2. Fase de Desarrollo y Generación de Proyectos (1994-1997)

Durante los tres años siguientes se desarrollan importantes esfuerzos por concretar las propuestas que salieron del encuentro de 1994 en términos de proyectos específicos de cooperación y en términos de “*partenariados*” (“*research partnerships*”) con grupos de investigación en países desarrollados o en las Américas. Es difícil estimar cuantas de las propuestas se concretaron, ya que nunca se estableció una buena base de datos con información sobre los proyectos e iniciativas que se iban concretando. La información está muy dispersa, parte en los Nodos (la mayoría de los cuales desaparecieron) y parte en COLCIENCIAS en los diversos Programas Nacionales, pero sin una buena sistematización.

En la sección 4.1 y en el Anexo 1 se dan varios ejemplos de los proyectos que si lograron concretarse durante este período, constituyéndose en “*casos de éxito*”. Del análisis de estos

² Ver: “*Una Nación sin Fronteras*”; Bogotá, COLCIENCIAS, 1994.

casos de éxito y de los casos que nunca se concretaron se derivan conclusiones que se presentan en la sección 5 sobre las fortalezas, debilidades y limitantes de la Red Caldas. Debe destacarse que un factor clave en los casos de éxito fue el papel desempeñado por lo que llamamos “**Líderes Científicos Articuladores**” en áreas temáticas específicas en la sección 2.3 (arriba). Actores institucionales tales como COLCIENCIAS pudieron desempeñar un papel facilitador y de apoyo, pero es la capacidad y la tenacidad de estos líderes científicos articuladores lo que hace la diferencia entre los casos exitosos y los que no lograron concretarse. Y generalmente se requiere la acción conjunta de dos líderes articuladores: uno en Colombia y otro en el exterior. La ausencia de uno de los dos se constituyó en obstáculo importante. A pesar de la importancia de este factor, en la sección 5 se analizan otros factores que igualmente incidieron, como fue la posibilidad de “hacer coincidir dos sistemas de financiación”: el sistema colombiano para apoyar el grupo local y el sistema europeo (o norteamericano) para apoyar el grupo en el otro país. Esta falta de “*sincronización*” entre los dos sistemas se constituyó en otro obstáculo muy importante, inclusive en el caso de presencia de líderes articuladores. Sobre esto regresaremos en la sección 5.

El punto culminante de esta segunda fase fue el Segundo Encuentro grande que se realizó en la Red Caldas en 1997 que culminó con la publicación de dos libros importantes.³ En estos dos libros se presentan las experiencias de algunos de los proyectos que se analizan en la sección 4.1. Pero el principal objetivo de análisis fue el de la experiencia de la Red Caldas como una *nueva forma de organización de la investigación* que permite la inserción de comunidades científicas nacionales en la ciencia global. Los trabajos de Jorge Charum y Jean-Baptiste Meyer que se publican en estos dos libros se concentran en el análisis de diversos tipos de redes científicas y de consorcios de investigación que los proyectos de la Red Caldas impulsan y facilitan. Se pone un gran énfasis en el análisis de estos aspectos de la sociología de la ciencia y de las migraciones científicas y su impacto en la comunidad científica mundial. Se prestó menos atención al análisis y seguimiento de lo que sucedía con los diversos proyectos e iniciativas impulsadas por la Red.

3.3. Fase de las Redes Especializadas y Debilitamiento de la Red Caldas (1998-2000)

A partir de 1997 se presenta un debilitamiento gradual de la dinámica de la Red Caldas, siendo ésta crecientemente remplazada por redes científicas especializadas en el cumplimiento de las funciones para las cuáles se estableció dicha red. En la sección 5 se analizarán los principales factores que llevaron a este debilitamiento. En esta sección nos limitaremos a constatar esta evolución y el surgimiento de las redes que la fueron remplazando (ver la sección 4.2 para ejemplos de las redes especializadas). Uno de los aspectos más importantes que se analizarán en la sección 5 es el hecho que la Red Caldas no supo interpretar los cambios que se estaban dando en su entorno, y por lo tanto no supo evolucionar hacia una “*Red de Redes*”, que le hubiera permitido integrar las redes especializadas que surgieron en ese momento fortaleciéndose con ellas y aprovechar los cambios que se estaban dando en su entorno para transformarse ella misma en una “*red englobante*” que pudiera cumplir esta función. En la

³ Ver: Jorge Charum y Jean-Baptiste Meyer (eds.): “*Hacer Ciencia en un Mundo Globalizado: La Diáspora Científica Colombiana en Perspectiva*”; Bogotá, Tercer Mundo Editores y COLCIENCIAS, 1998. Y Jean Baptiste Meyer y Jorge Charum (eds.): “*El Nuevo Nomadismo Científico: La Perspectiva Latinoamericana*”; Bogotá, ESAP, 1998.

sección 5 se analizarán otros factores que fueron encerrando la Red Caldas en funciones secundarias que terminaron por marginarla.

3.4. Desarticulación de la Red Caldas (2000-2002)

En estos dos años la mayor parte de los Nodos, que constituían la columna vertebral de la Red Caldas, fueron desapareciendo como consecuencia de un conjunto de factores entre los que se pueden mencionar los siguientes. En primer lugar el impacto acumulado de los limitantes mencionados en la sección anterior que se analizarán en mayor profundidad en las secciones 4 y 5 de este artículo. En segundo lugar la reducción muy notable en el número de becas que COLCIENCIAS otorgó para estudios de postgrado en el exterior a partir de 1998, al nivel de maestría y de doctorado (PhD), siendo ésta una de las fuentes de apoyo permanente para reciclar y fortalecer las comunidades de investigadores colombianos en el exterior y una de las principales bases de los Nodos (ver Cuadro No. 2 en la sección 4.1.4). En el período 1999-2002 regresaron al país muchos de los líderes científicos aportados por los estudiantes de postgrado, no siendo remplazados por números similares de nuevos estudiantes (aunque si ha habido *otra emigración* de tipo diferente debido a las circunstancias que vive el país). En tercer lugar, no se adoptó la *propuesta de transformación* que en ese momento se planteó como resultado de un análisis de la Red Caldas que COLCIENCIAS contrató en 1998, que recomendó una serie de cambios para evolucionar en la dirección de una *Red de Redes*.⁴

A pesar de que la mayor parte de los Nodos desaparecieron existen muy felices excepciones a esta tendencia, como es el caso del Nodo de Bélgica y el Nodo de Suiza que han seguido funcionando con una gran dinámica por razones que ya han sido mencionadas.

Es importante destacar que en este momento la Dirección de COLCIENCIAS está interesada en el tema del aprovechamiento de la diáspora científica y tecnológica para integrarla al proceso de globalización de la comunidad científica nacional. Por lo tanto, está planteando la necesidad de analizar la experiencia de la Red Caldas para ver qué lecciones se pueden sacar de dicho análisis y qué conclusiones se pueden extraer para la formulación de una política y de un programa en este campo. Un primer paso concreto ya se está dando con el *Programa de Diplomacia Científica* que COLCIENCIAS, el Ministerio de Relaciones Exteriores, el Ministerio de Educación y la comunidad científica nacional están actualmente formulando. Existe un grupo de trabajo recientemente establecido entre estos actores, como seguimiento a las recomendaciones que sobre este punto se hicieron en la Declaración de Medellín con ocasión de los 200 años de la Universidad de Antioquia. Esta nueva política cambiará totalmente el panorama que se ha confrontado en los últimos años. De ahí el interés que hay en el nuevo programa que el Banco Mundial está formulando en el campo del aprovechamiento de las diásporas científicas de los países en desarrollo.

⁴ Ver: “*Red Caldas: Diagnóstico y Recomendaciones*”; Bogotá, COLCIENCIAS, agosto de 1999.

4. Casos innovadores de Partenariados y de Cooperación generados por la Red Caldas y por las Redes Especializadas

De las diversas funciones de la Red Caldas analizadas en la sección 1 hay dos que han tomado una dimensión predominante. La primera es la de mantener un vínculo activo entre los investigadores colombianos en el exterior y la comunidad científica nacional, facilitando el flujo de información entre ellos y el aprovechamiento de los primeros como fuente de contactos con grupos de punta en diversos campos de la ciencia. La segunda función es la de desarrollar partenariados y proyectos de cooperación en el campo de la investigación, buscando movilizar financiación conjunta para estos proyectos por parte de fuentes de financiación colombianas (COLCIENCIAS y las propias instituciones vinculadas a cada iniciativa) y fuentes de financiación en Europa o en Norte América. Debido a la dinámica de la Red Caldas y al interés de sus miembros en esta segunda función la efectividad de la red se ha evaluado en términos de su capacidad para generar dichos partenariados y buscarles financiación.

Es interesante resaltar que las experiencias de otros países con programas orientados a aprovechar la diáspora de sus científicos en el exterior han sido diferentes, poniendo mucho más énfasis en la primera función sin esperar que la misma red busque asegurar la financiación de proyectos cooperativos (la segunda función). Esto se considera que es una responsabilidad de los científicos y grupos involucrados, pero no de la red como tal. Este es el caso de países que le asignan una gran importancia al aprovechamiento de su diáspora, como es el caso de Egipto y de la India.

Debido al gran énfasis que la Red Caldas ha puesto en el tema de la *globalización de la comunidad científica nacional* y en el proceso de *desarrollo de partenariados y proyectos cooperativos*, es indispensable hacer el análisis de la evolución de la Red Caldas en el contexto más amplio de los mecanismos que están llevando a este proceso de globalización y al desarrollo de tales partenariados. Una de las tesis principales de este artículo es que el debilitamiento de la Red Caldas hacia el final de la década de los noventa no refleja un debilitamiento del interés de Colombia en la globalización de su comunidad científica ni en la construcción de partenariados. Esto se debe al hecho que una buena parte del proceso de globalización de la comunidad científica y de “construcción de partenariados” se realizó a través de mecanismos diferentes a la Red Caldas como tal. Esta última era uno entre varios mecanismos. Lo que realmente sucedió es que ante los limitantes que se estaban confrontando en la Red Caldas que se analizan en la sección 5 hubo un claro cambio de énfasis, y se continuó el proceso de globalización poniendo un mayor énfasis en los “otros mecanismos” de globalización y de construcción de partenariados representados por las *redes especializadas*. Al hacerlo, se descuidó el tema del aprovechamiento de la diáspora como tal (primera función).

Al referirnos a las redes especializadas no nos referimos a los grupos o comunidades especializadas que surgieron dentro de la Red Caldas, sino a redes especializadas que tuvieron una génesis propia, con poca interacción con los Nodos de la Red, aun en los casos que involucraron los países donde estaban ubicados los respectivos Nodos. Pero es necesario analizar estos dos procesos paralelos y complementarios entre si, para entender mejor los

factores que incidieron negativamente en la evolución de la red hacia finales de la década de los noventa y el inicio del nuevo milenio. Es por eso que esta sección tiene dos sub-secciones: la primera analizará los casos exitosos que surgieron *de la acción directa de los Nodos de la red* (sección 4.1); la segunda analizará los casos exitosos que surgieron *de las redes especializadas* que en la mayor parte de los casos no tuvieron una interacción directa con los Nodos (sección 4.2). Los dos procesos se influyen mutuamente, y por lo tanto deben ser analizados en forma complementaria.

4.1. Casos innovadores generados a partir de la interacción entre los Nodos de la Red Caldas y las Universidades Colombianas

Los Nodos de la Red Caldas desarrollaron cinco tipos de actividades en la “*construcción de partenariados*” entre grupos de investigación en Colombia y sus homólogos en diversos países del mundo: (a) diseño y ejecución de proyectos de investigación cooperativa; (b) apoyo al establecimiento o fortalecimiento de programas de postgrado en universidades colombianas (al nivel de M.S. o Ph.D.); (c) apoyo al desarrollo institucional por medio del fortalecimiento de centros, institutos o grupos de investigación en universidades e instituciones colombianas; (d) intercambio de científicos e investigadores; y (e) convenios de cooperación entre instituciones en Colombia y en el país anfitrión. A continuación se darán ejemplos de cada uno de estos tipos de cooperación. Por limitaciones de espacio en esta sección se hará una muy breve referencia a dichos casos; en el Anexo 1 se suministra mayor información sobre cada uno de estos casos.

4.1.1. Proyectos de Investigación Cooperativa

Esta es la modalidad que más interés generó entre la comunidad científica nacional y los colombianos radicados en el exterior. Estos proyectos se desarrollaron en forma cooperativa entre investigadores colombianos en el exterior y en Colombia, trabajando con grupos de investigación en los respectivos países Europeos. De esta forma no solamente se integraron los investigadores colombianos en el exterior a los programas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, sino que estos investigadores desempeñaron un papel catalítico en desarrollar proyectos conjuntos con grupos de punta en dichos países en sus respectivos campos. Esta es una función importante que cumple la llamada “*diáspora científica*”, al facilitar acceso a la capacidad de investigación existente en centros de excelencia a nivel mundial.

Casi todos los Nodos desarrollaron propuestas para este tipo de cooperación, pero no todos tuvieron éxito en operacionalizarlas en proyectos concretos y buscarles financiación. Dos de los Nodos más dinámicos fueron el de Suiza (constituido por la ACIS) y el de Bélgica (que evolucionó hacia la ASBL). En el Anexo 1 se presentan en mayor detalle los programas desarrollados por estos y otros Nodos (incluyendo los de Francia, España, Gran Bretaña, México y Washington). En este breve resumen quisiéramos destacar uno de los programas más articulados que es el que el Nodo de Suiza logró desarrollar y ejecutar con éxito por medio de un importante conjunto de proyectos, principalmente alrededor de dos grandes temas (para mayor detalle ver el Anexo 1 - sección 2):

- a) Indicadores y Análisis en Medio Ambiente con 7 proyectos ejecutados:
 - Sistema demostrativo de manejo de la calidad del aire

- Impacto ambiental de la exploración en hidrocarburos
- Medición y control de contaminación atmosférica
- Tratamiento de contaminantes tóxicos en aguas servidas
- Análisis de contaminantes químicos en fuentes ambientales
- Tecnología para potabilización de agua
- Aplicación de Sistemas de Información Geográfica en proyectos Ambientales.

En estos proyectos participaron la EPFL y sus Institutos en Suiza y por Colombia la Universidad del Valle y sus Centros especializados, la Fundación Universitaria de Boyacá y la Universidad Surcolombiana del Huila.

b) Enfermedades Tropicales, con cuatro proyectos en las áreas de:

- Respuesta inmune a malaria en la Costa Pacífica colombiana
- Estrategias terapéuticas contra infección por *Helicobacter pylori*
- Caracterización molecular del complejo mayor de histocompatibilidad
- Identificación de factores genéticos en infección por patógenos intracelulares

Estos proyectos contaron con la participación de la Universidad de Lausana, la Universidad del Valle y el Instituto de Inmunología de Bogotá.

Uno de los aspectos interesantes de estos dos programas consiste en el hecho que se generaron un conjunto de proyectos articulados entre si que contribuyeron a desarrollar una capacidad de investigación en el país en estos campos, capacitaron recursos humanos y generaron una dinámica estrecha con la aplicación y el uso efectivo de los resultados de la investigación, sobretodo en el caso de los proyectos sobre medio ambiente.

Otros Nodos desarrollaron programas similares. En ciertos casos se desarrollaron proyectos en cooperación entre varios Nodos y grupos de investigación en Colombia, lo que hizo posible la interacción entre *redes de investigación en Colombia* y *redes de investigación Europeas*. Un ejemplo de este tipo de cooperación se dio en el área de química del petróleo y más concretamente de catálisis. En este caso el Nodo de Bélgica, junto con el de Francia y posteriormente el de España, desarrollaron un importante esfuerzo de cooperación que llevó al fortalecimiento de la *Red Colombiana de Catálisis*, así como su articulación con las Redes CYTED de Catálisis. En 1996 y 1997 se desarrollaron varios seminarios en los que participaron investigadores de Colombia, de varios países Latinoamericanos y de los tres países Europeos anteriormente mencionados, en los que se definieron prioridades de investigación y se propuso una agenda común para ser desarrollada en este campo. Esta experiencia no tuvo tanto éxito en movilizar financiación simultánea para desarrollar los proyectos conjuntos que se definieron. Ante la dificultad de “sincronizar” adecuadamente los ciclos de financiación en Colombia y en Europa (las Convocatorias que en cada país se desarrollaban), los proyectos se fueron abordando por separado en los diversos grupos con base en la financiación que cada uno logró conseguir en su respectivo país, pero dentro del marco de acción común que todos conjuntamente definieron en los seminarios realizados. Por lo tanto, es un *caso exitoso de programación conjunta*, pero con limitaciones en la consecución de fondos y por lo tanto en su operacionalización efectiva. Debe destacarse el importante papel que esta iniciativa desempeñó en el fortalecimiento de los grupos de investigación en Colombia a través del intercambio de científicos y del ejercicio de programación conjunta, en un campo de la ciencia que desempeña un papel estratégico en el

sector de hidrocarburos, y por lo tanto involucrando al Instituto Colombiano del Petróleo (ICP) y a ECOPEL, además de diversas universidades colombianas. La participación de estas dos instituciones aseguró que los resultados de las investigaciones se aprovecharan en éste sector de la producción nacional, aportando a la solución de problemas relacionados con el manejo y transporte de crudos pesados y fracciones pesadas de crudos colombianos. Por lo tanto, se trata de un interesante *caso de innovación* generado por este programa, que permitió complementar los desarrollos tecnológicos *in situ* sobre combustibles no tradicionales a partir de mezclas de carbón, combustóleo y agua. En el Anexo 1 (sección 1.1.) se suministra mayor detalle.

El mismo Nodo de Bélgica ha propiciado la ejecución de otros proyectos en el sector energético entre diferentes empresas de Bélgica, las Empresas Públicas de Medellín y el Ministerio de Minas y Energía (ver Anexo 1 – sección 1.3.). Asimismo, grupos de investigación en Francia y en Suiza desarrollaron con la Universidad del Valle y la Universidad de los Andes uno de los proyectos más dinámicos e innovadores en el *campo de la robótica*. Este proyecto llevó a desarrollos tecnológicos a través de proyectos conjuntos, al fortalecimiento de los grupos de investigación en este campo en la Universidad del Valle y en los Andes y a intercambio de científicos en este campo. En la crisis que la Universidad del Valle confrontó en la segunda mitad de la década de los noventa se cerró el centro de investigaciones que se había establecido como parte de este proyecto. Este es un ejemplo del tipo de problema que en ciertos casos se enfrenta: el de la falta de continuidad en el proceso de consolidación de centros y grupos de investigación en las universidades colombianas por problemas presupuestales y de otra índole.

El Nodo de Gran Bretaña estimuló la implementación de proyectos en el área de la salud, particularmente en el tema de Medicina Tropical (para mayor detalle ver Anexo 1 – sección 3).

El Nodo de Washington impulsó la creación de la Red de Estuarios entre la Universidad de Carolina del Sur y la Universidad del Valle (ver Anexo 1 – sección 5).

Los diversos casos exitosos tuvieron varias características en común, entre las cuáles dos son especialmente importantes: (a) La existencia de *líderes científicos articuladores* que lograron movilizar tanto la comunidad científica colombiana como la del respectivo país europeo. (b) La posibilidad de “sincronizar con éxito” el proceso de financiación de cada proyecto, tanto por parte de la contraparte colombiana como por parte del país europeo o norteamericano. En los *casos realmente exitosos* los dos factores coincidieron. En los casos “*parcialmente exitosos*” solo se presentó uno de los dos factores, pero no los dos. Como ya se indicó, los problemas de sincronización que se presentaron en el segundo factor fueron la principal limitante del esfuerzo que se hizo en el programa de *catálisis*, siendo éste un caso exitoso desde otros puntos de vista. En la sección 5 regresaremos a estos factores al analizar los *factores de éxito* y las *limitantes* que incidieron en los programas y proyecto de la Red Caldas.

4.1.2. Establecimiento o fortalecimiento de programas de postgrado (M.S. y PhD.)

La segunda modalidad de cooperación desarrollada por la Red Caldas fue la del apoyo a programas de postgrado en Colombia. Dos iniciativas en las que participaron Nodos de la Red

Caldas han culminado en el establecimiento de programas de maestría en universidades colombianas (existen otros casos):

- a) La maestría en Automatización Industrial de la Universidad del Tolima apoyada por el Nodo Bélgica con las Universidades de Lovaina y de Gant.
- b) La maestría en Ciencias de los Materiales de la Universidad del Quindío en el Instituto Interdisciplinario de Ciencias con la participación del Centro de Investigaciones Avanzadas del Instituto Politécnico de México (CINVESTAV) y del Nodo México de la Red Caldas. Este mismo Instituto se encuentra preparando la propuesta para el programa de Doctorado en Ciencias de los Materiales, para iniciarse en el 2005.

4.1.3. Desarrollo institucional: Establecimiento de centros, institutos o grupos de investigación en instituciones colombianas

Una tercera modalidad de cooperación consiste en el apoyo al establecimiento o fortalecimiento de centros o grupos de investigación en universidades o en otros tipos de instituciones colombianas. En 1994 se desarrolló una colaboración entre la Universidad del Quindío y el Nodo de México para traer al Dr. Rafael Baquero, físico colombiano e investigador del Centro de Investigaciones Avanzadas del Instituto Politécnico (CINVESTAV) de ese país, con el fin de fortalecer la propuesta de crear el Instituto Interdisciplinario de las Ciencias en la Universidad del Quindío a partir del Laboratorio de Optoelectrónica. Este Instituto se creó en noviembre de 1995 y se ha consolidado con base en cinco proyectos que COLCIENCIAS ha apoyado en este centro de investigación (para mayor información ver Anexo 1 – sección 4).

La cooperación entre la Universidad del Tolima y las Universidades de Lovaina y Gant, promovida por el Nodo de Bélgica, también contribuyó al establecimiento del Centro de Investigación de esta universidad con cuatro líneas de investigación que se están desarrollando: Redes Neuronales; Control activo y predictivo; Control Agroindustrial; y Sistemas Expertos.

Adicionalmente, la dinámica de la Red de Catálisis en el área de investigación en Química y Química del Petróleo ha estimulado la formación de grupos de investigación en diversas Universidades colombianas (para mayor información ver Anexo 1 – sección 1.1.).

4.1.4. Intercambio de científicos o investigadores

La cuarta modalidad de cooperación es la del intercambio de científicos. Prácticamente todos los Nodos de la Red Caldas promovieron la realización de pasantías desde y hacia Colombia, independientemente de la ejecución de proyectos conjuntos de investigación. Uno de los programas más dinámicos que se desarrollaron fue con Alemania por la existencia de un acuerdo de cooperación con la DAAD de dicho país. Entre COLCIENCIAS y la DAAD se compartían los costos de dichos intercambios. En el caso de Gran Bretaña se desarrolló un programa similar de intercambio con el Consejo Británico. Estos intercambios de científicos se constituyeron en contactos iniciales y en semilleros de ideas que posteriormente en varios casos evolucionaron hacia la realización de proyectos conjuntos. En la ciencia estos últimos solo son posibles cuando los científicos se conocen personalmente. Adicionalmente, con el apoyo del Programa de Becas de COLCIENCIAS entre 1992 y 1997 se enviaron un número muy considerable de estudiantes de postgrado al exterior, sobretodo al nivel de doctorado (ver

Cuadro N. 2). A partir de 1998 este programa prácticamente desaparece, con la excepción del año 2002 donde se hizo un importante esfuerzo por enviar becarios al exterior.

Del análisis de las cifras que aparecen en el Cuadro No. 2 se deduce un hecho importante. El período de mayor crecimiento y dinamismo de la Red Caldas coincide perfectamente con los años en los que se mantuvo un programa muy dinámico de enviar becarios al exterior, sobretodo al nivel de doctorado. Estos estudiantes llegaron a las mejores universidades europeas y norteamericanas con un plan de estudios de tres a cinco años, lo que les daba un período importante de actividad académica en el país anfitrión. Es evidente que este influjo de jóvenes profesionales colombianos hacia estos países, muchos de ellos profesores universitarios con varios años de experiencia profesional, constituyeron la base más importante de la Red Caldas. La dramática reducción en este programa que se presenta a partir de 1998 es uno de los factores que debilitaron a esta Red. La evolución de las cifras que se observa en el Cuadro No. 2 coincide con el comentario hecho por varios Nodos que manifestaron haber perdido capacidad operativa al no tener el mismo número de estudiantes colombianos de nivel de doctorado, generalmente constituido por profesionales jóvenes con mucho compromiso y de buen nivel académico. A partir del 2002 se ha re-iniciado un despegue del programa de capacitación de recursos humanos de postgrado.

Cuadro No. 2
No. de Becarios enviados a Posgrados en el Exterior por COLCIENCIAS

Año	Doctorados	Maestrías	Total
1992	54	1	55
1993	84	5	89
1994	50	1	51
1995	118	3	121
1996	112	14	126
1997	136	40	176
1998	0	0	0
1999	0	0	0
2000	6	2	8
2001	6	3	9
2002	125	13	138
2003	73		73
Total	764	82	846

4.1.5. Convenios Inter-institucionales de Cooperación:

En ciertos casos las entidades que participaron en estos programas de intercambio y de cooperación formalizaron dicha colaboración con Convenios formales que suministran un marco dentro del cual se desarrollan las actividades anteriormente mencionadas. Realmente no se trata de una modalidad diferente de cooperación, sino de un marco formal que reconoce y sistematiza la cooperación que se efectúa a través de las cuatro modalidades anteriores, para poder darle una mayor visibilidad y asignarle recursos financieros. Este es el caso del convenio entre la EPFL y la Universidad del Valle dentro del cual se desarrollaron gran parte de los

proyectos promovidos por el Nodo Suiza. El Nodo de Bélgica promovió la firma del convenio (en dos fases) entre las Universidades del Tolima, Lovaina y Gant, que permitió el desarrollo de proyectos en el área de Automatización Industrial, incluido el programa de Maestría. El convenio propuesto entre la Universidad del Quindío y el CINVESTAV y promovido por el Nodo de México, aunque nunca se firmó, sirvió para estimular el proyecto de creación del Instituto Interdisciplinario de Ciencias y los programas por él desarrollados.

4.2. Casos innovadores de partenariados generados por las Redes Especializadas

Una buena parte del proceso de *globalización de la ciencia* en Colombia y de *construcción de “partenariados”* con grupos de investigación en otros países no pasa por la Red Caldas y por la acción directa de los Nodos. La Red Caldas es solo uno de los actores que contribuyeron a este proceso en la década de los noventa. En la medida en que la Red Caldas fue perdiendo dinámica hacia el final de la década, los otros mecanismos que habían desempeñado esta función desde antes del surgimiento de la red cobraron más importancia. Estos otros mecanismos se basan sobretodo en redes especializadas de investigación y desarrollo tecnológico, que operan sobretodo a nivel sectorial o en campos especializados de la ciencia.

Al hablar de “*redes especializadas*” no nos referimos aquí a las redes o comunidades temáticas que surgieron en el seno de la Red Caldas, como es el caso de la red de robótica mencionada en la sección anterior. Estas redes son parte integrante de la Red Caldas. Nos referimos aquí a redes de cooperación que han surgido en diversos sectores de la producción (v.gr. sector agropecuario, sector industrial, sector minero), o en ciertos campos de la ciencia y del conocimiento (v.gr. ciencias del mar, biotecnología, física, tecnologías de la información y las comunicaciones, ciencias de la salud, etc.). En estos campos se han dado importantes procesos de globalización de sus respectivas comunidades científicas y de construcción de partenariados que han confrontado problemas similares a los de la Red Caldas, encontrando soluciones innovadoras. De ahí la importancia de fomentar una mayor interacción entre estas dos grandes dimensiones de la globalización de la ciencia y de la construcción de partenariados, estrechamente relacionados con lo que el Banco Mundial llama “*networking*”. A continuación veremos algunos ejemplos.

4.2.1. Globalización y Partenariados en el Sector Agropecuario

En el sector agropecuario se genera una dinámica especialmente importante a partir de la alianza estratégica entre COLCIENCIAS (Programa Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria), el Ministerio de Agricultura, las universidades y centros de investigación de este sector. Surgen las siguientes iniciativas, que se articulan y se complementan entre sí para desarrollar uno de los casos más dinámicos de la ciencia globalizada en los que Colombia ha participado. Se aprovechan investigadores colombianos en el exterior (parte de la diáspora), pero igualmente se desarrollan proyectos colaborativos con investigadores de diversos países.

- En los últimos 30 años se ha desarrollado la red global más grande de investigación que hay sobre temas de desarrollo, denominada *CGIAR* por el “grupo consultivo” que coordina dicha red global. Esta es la red que generó la llamada “*Revolución Verde*” y que más recientemente está produciendo los principales adelantos en biotecnología aplicada al sector agropecuario. En 1993 Colombia se convirtió en el aportante más importante entre

los países en desarrollo (liderado por el Ministerio de Agricultura con apoyo de COLCIENCIAS). En el seno del CGIAR se desarrollan diversas redes especializadas que involucran investigadores de centros internacionales, universidades europeas, universidades y centros de investigación colombianos y de otros países, con el apoyo financiero de la Unión Europea y otros donantes, así como de COLCIENCIAS. Hay una importante red de colombianos que trabajan como investigadores ubicados en los diversos centros que constituyen esta “comunidad global”. Por lo tanto, desde el punto de vista del aprovechamiento de la diáspora científica colombiana esta red, y las otras que se mencionan a continuación, desempeñan un papel importante.

- La sincronización entre sistemas financieros diferentes también obstaculizó la cooperación entre grupos en Colombia y en otros países en el sector agropecuario, confrontándose una situación muy similar a los problemas que se identificaron en la sección anterior en los proyectos de la Red Caldas. Para solucionar este problema, con el liderazgo de COLCIENCIAS y el apoyo del Ministerio de Agricultura y del DNP se logró establecer el fondo regional más importante que se ha creado en América Latina para el financiamiento de proyectos colaborativos entre grupos de dos o más países de la región: el *Fondo Regional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario (FONTAGRO)*. Un total de 16 países de la región firmaron el acuerdo de creación del Fondo en la Asamblea Anual de Gobernadores del BID en Cartagena en marzo de 1997. Una importante cartera de *proyectos colaborativos* se desarrolló, en algunos casos triangulando con grupos en Europa, financiada por este Fondo y por las universidades y centros de investigación participantes. En la formulación de estos proyectos colaborativos la diáspora colombiana en diversos países de la región ha desempeñado un papel importante.
- En la interacción con otras regiones del mundo tanto del Norte como del Sur, COLCIENCIAS lideró el establecimiento del *Foro Global de Investigación Agropecuaria (FGIA o GFAR)*, que opera a través de redes de investigación y proyectos colaborativos tanto a nivel de sus capítulos regionales (los Foros Regionales de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario) como de redes globales en ciertos temas de punta (biotecnología, agroecología, información y TICs, etc.). Este Foro se ha convertido en un semillero de proyectos colaborativos, tanto Sur/Sur como Norte/Sur, a partir de un esfuerzo que se hizo de identificar prioridades de investigación tanto a nivel regional como global. Con base en dichas consultas regionales se identificaron cuatro grandes áreas en las que se está desarrollando dicho foro: desarrollo de sistemas de información para facilitar el acceso al conocimiento (Programa EGFAR); agroecología y manejo de recursos naturales; manejo de recursos genéticos y biodiversidad; y cadenas agroindustriales. Siguiendo el ejemplo de América Latina y Asia en la constitución de Foros Regionales, en 1998 se creó el *Foro Europeo de Investigación Agropecuaria para el Desarrollo*, organizando su primera reunión en la Universidad de Wageningen en Holanda. En este Foro la Universidad de Lovaina en Bélgica, la Universidad de Montpellier en Francia y el Instituto Suizo para el Desarrollo han desempeñado un papel de liderazgo, trabajando en cooperación con centros y universidades en Colombia. CORPOICA (Colombia) y EMBRAPA (Brasil) han liderado este proceso en el campo de la investigación sobre sistemas de producción en ecosistemas tropicales. Al hacerlo, la

red de colombianos trabajando en otros países ha desempeñado un papel facilitador (la diáspora), similar al caso de los proyectos de la Red Caldas. El Foro Global de Investigación Agropecuaria es uno de las iniciativas más articuladas de desarrollar una comunidad global de investigación en un campo de la ciencia liderada por una alianza estratégica entre los países en desarrollo (América Latina y Asia) y Europa, con Canadá habiéndose integrado recientemente. Esta iniciativa claramente se lideró desde Colombia, siendo este país el que ocupó la primera Presidencia y Dirección Ejecutiva del nuevo mecanismo (el Foro) que se creó a nivel mundial.

- En el campo de *recursos genéticos* Colombia ha desempeñado un papel de liderazgo en un proceso complejo que involucró la negociación internacional del *Acuerdo para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Genéticos para Agricultura y Alimentación* que se culminó en el 2001, y que conllevó el desarrollo de redes de investigación y conservación de dichos recursos, incluyendo la gestión del conocimiento sobre ellos. Diversos proyectos colaborativos se generaron, tanto Sur/Sur como Norte/Sur.
- Los centros de investigación establecidos por gremios del sector agropecuario (en café, caña de azúcar, palma africana, camarones y otros productos), denominados los “CENIs”, se han insertado en redes y consorcios regionales y globales de investigación y desarrollo tecnológico en sus respectivos campos, con el apoyo de sus gremios y de COLCIENCIAS. El apoyo de esta última a los CENIs se incrementó significativamente en el período 1994-1998 con los recursos del BID III. Los tres casos más importantes fueron los de CENICAÑA, CENICAFE y CENIPALMA. Estas redes y consorcios son tanto Sur/Sur como Norte/Sur.

4.2.2. Globalización y Parteneriados en el campo de Informática, Electrónica y Comunicaciones

En este segundo sector se ha dado un proceso igualmente intenso de globalización y de construcción de partenariados, siendo éste un sector en el que Colombia ha participado intensamente:

- Bajo la coordinación de la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de las Naciones Unidas, entre 1995 y 1997 se desarrolló uno de los procesos más sistemáticos de cooperación en este campo involucrando investigadores, “policy-makers” y empresarios tanto de países desarrollados como en desarrollo, que buscó identificar los temas de interés común y los principales desafíos generados por los profundos cambios tecnológicos que se estaban dando en el mundo de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs). De este proceso, que se lideró desde COLCIENCIAS a nivel mundial (ejerciendo la Presidencia de dicha Comisión), sale uno de los primeros libros sobre las Sociedades del Conocimiento.⁵ Este programa se orientó más a la formulación de políticas y del marco normativo en este campo y desarrolló una red de investigadores y grupos cuyo principal aporte ha sido la capacitación de recursos humanos y el establecimiento de cuadros técnicos que sirvieron de base para desarrollar los Programas

⁵ Ver Robin Mansell y Uta Wehn (eds.): “*Knowledge Societies: Information Technology for Sustainable Development*”; Londres, Oxford University Press, 1998.

de Hannover 2000, así como los programas de I&D en sus respectivos países que se generan como parte de esta agenda nacional y global.

- En segundo lugar se participó en el desarrollo de *InfoDev*, una iniciativa del Banco Mundial y de varios países participantes, siendo Colombia uno de los primeros países de América Latina que se integraron a ella. A través de InfoDev se han desarrollado proyectos colaborativos entre investigadores y grupos en Colombia y en otros países en el campo de las TICs, cartera de proyectos que todavía hoy sigue apoyando proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en Colombia como parte de redes regionales o globales (v.gr. el apoyo a incubadoras de empresas de base tecnológica como PARQUESOFT e INNOVAR).

4.2.3. Globalización y Parteneriados en el Campo de Política Científica y Tecnológica

Hay un proceso similar que ha generado diversas redes especializadas en diversos temas relacionados con la Política Científica y Tecnológica, en diversos ámbitos de la cooperación regional (v.gr. Cumbre de las Américas, Redes Iberoamericanas, el Mercado Común del Conocimiento y otros). Ejemplos de esto son:

- El establecimiento de la primera red regional de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICyT) se concretó en 1997. La dinámica generada por esta iniciativa regional llevó al establecimiento del Observatorio Nacional de la Ciencia y la Tecnología en Colombia. En este proceso se ha desarrollado un interesante intercambio de experiencias con el Observatorio de la Ciencia y Tecnología de Francia. Una de las experiencias importantes de *trabajo en red* en este campo lo constituyó el proyecto, liderado por Colombia y financiado por COLCIENCIAS, del “*Manual de Bogotá*” para la medición de innovación tecnológica en países en desarrollo. El Manual de Bogotá tiene un gran reconocimiento en la OCDE como complemento al Manual de Oslo.
- En la década de los noventa hubo un intenso intercambio de información con los países de la región sobre el manejo de las Convocatorias de Apoyo a Investigadores y a Grupos y Centros de Excelencia, lo que llevó a los instrumentos que hoy se tienen en términos de bases de datos de investigadores, expertos y grupos de investigación, no solo en Colombia sino a nivel de América Latina. Estas bases de datos están orientadas a identificar expertos en diversos campos y a facilitar el acceso al conocimiento a través de dichas redes. La base de datos construida por la Red Caldas sobre Colombianos en el exterior se podría integrar a estas bases de datos de contactos y expertos en la región y alrededor del mundo.
- Desde el Proyecto de Mecanismos e Instrumentos de Política Científica y Tecnológica que el IDRC/CIID financió hace algunos años se constituyó una *Red de Gestión de la Innovación y del Desarrollo Tecnológico* constituida por investigadores que trabajan en temas de innovación y cambio tecnológico. Los integrantes de esta red han desarrollado proyectos de investigación conjuntos e individuales sobre diversos aspectos de desarrollo tecnológico, tanto en el sector industrial como en el sector agropecuario. Esta red está constituida por investigadores en Brasil (Universidad de Sao Paulo y CNPq), México

(UNAM y Colegio de México), Perú (GRADE), Canadá (*L'École Polytechnique de Montreal* y Mullin Consulting), Colombia (COLCIENCIAS y Universidad de los Andes), Chile (Universidad de Chile y CEPAL) y Argentina (la UBA y centros de investigación privados). El BID ha desempeñado un papel importante a través de los programas nacionales que este Banco ha financiado en diversos países de la región. Esta red ha siempre *operado informalmente* sin formalizar su estructura organizacional más allá de los proyectos específicos que realiza, pero ha sido de gran utilidad para intercambiar información y para movilizar opiniones de expertos cuando estas se han requerido en el proceso de formulación de políticas. Un buen ejemplo de esto fue el diseño de los nuevos mecanismos financieros que se establecieron en COLCIENCIAS para apoyar proyectos de innovación en 1994-1995 en el contexto del BID III, lo que abarcó crédito para proyectos de innovación en las empresas, co-financiación de proyectos universidad-CDTs o universidad-industria y apoyo institucional a CDTs. En este caso se movilizó apoyo de expertos en Chile, Canadá y Brasil a través de esta red que aportó ideas muy valiosas al proceso que se desarrolló en Colombia en ese momento.

- En la Red Iberoamericana que interrelaciona los organismos de política científica y tecnológica de estos países se ha planteado ha fondo uno de los temas que han sido importantes en la Red Caldas. Se trata de la negociación con la Unión Europea para que abra las Redes Europeas de I&D en los diversos campos de la ciencia a la participación de investigadores y grupos de investigación en América Latina (los llamados “*países extra-comunitarios*”). En este sentido España ha desempeñado un papel importante en buscar cambiar la política Europea en este campo, que limita la “cooperación” con los países en desarrollo a ciertos temas (básicamente salud, seguridad alimentaria y biodiversidad y desarrollo sostenible). En esta negociación con la Comunidad Europea el Nodo de Bélgica realizó una reunión que fue sumamente útil para avanzar dicho proceso en 1997. Aquí vemos como en ciertos casos si se dio esa relación simbiótica entre estas dos dimensiones de la globalización y la construcción de partenariados descritos en las secciones 4.1 y 4.2 de este artículo.

4.2.4. Globalización y Partenariados en el desarrollo de la *Agenda Nacional y Global* al iniciar el nuevo Milenio: El Caso de Hannover 2000

En 1997-1998 se dan dos procesos que tienen un origen diferente e independiente, pero que terminan desarrollando una estrecha interacción entre si: (1) el proceso de formular una “*Agenda Estratégica Nacional*” que genera diversos grupos y redes nacionales alrededor de temas de interés para el país, de la cual se derivó la *Agenda Científica* que sirvió de base para el programa de cooperación con Alemania; (2) el proceso de preparar una “*Agenda Global*” de “*fin de milenio*” (o de “*inicio del milenio*”, según la perspectiva que se tome), que da lugar al *Diálogo Global* de Hannover 2000. Este segundo lo lidera Alemania. Ambas agendas, la nacional y la global, tienen puntos en común: aprovechamiento de la biodiversidad y desarrollo sostenible, desarrollo urbano y asentamientos humanos y la sociedad del conocimiento y la educación. Pero también tienen diferencias importantes, que surgen alrededor de temas tales como el de recursos genéticos, aprovechamiento sostenible de los recursos del trópico húmedo, propiedad intelectual y el proceso de “privatización del conocimiento” relacionado con necesidades básicas y “bienes públicos”, y desarrollo de

capacidades endógenas en campos de la ciencia importantes para nuestros países. En este proceso Colombia desempeñó un liderazgo en estos dos procesos complementarios:

- a) Fue uno de los pocos países que presentó una *Agenda Estratégica Nacional* en Hannover 2000; para esta agenda ver el libro publicado por COLCIENCIAS sobre la agenda nacional.⁶ A partir de ésta se articuló una *Agenda Científica* que da lugar al programa de colaboración con Alemania.
- b) A nivel de la *Agenda y el Diálogo Global* Colombia también desempeñó un papel de liderazgo en la organización de los diversos grupos y foros que se establecieron alrededor de los principales temas, culminando este proceso en una serie de foros que se realizaron en Hannover durante los seis meses de la Exposición Universal Hannover 2000.

En los dos casos se contactaron Colombianos en diversas organizaciones internacionales y universidades de Europa y Norte América para que aportarán sus ideas a estos dos procesos; es decir, se utilizó intensamente la *diáspora colombiana* para que alimentara este proceso. Con base en estos resultados, se acordó con Alemania una Agenda Científica que sirvió de base para el *Programa Colombo-Alemania de Cooperación Científica y Tecnológica* organizado alrededor de cinco grandes temas: (a) biodiversidad y manejo sostenible de recursos naturales; (b) ciencias básicas (naturales); (c) ciencias sociales; (d) innovación y desarrollo tecnológico; y (e) biotecnología. Para cada tema se identificó un coordinador colombiano y un coordinador alemán, siendo estos reconocidos científicos en sus respectivos campos ubicados en organizaciones tales como el Instituto Max Planck y en universidades colombianas y alemanas. Se acordó que Alemania y Colombia co-financiarían proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en estos temas, desarrollándolos a través de partenariados entre grupos de investigación en Alemania y en Colombia.

Debido al interés que generó esta propuesta en Alemania, se abrió una Oficina del Programa Colombo-Alemania de Cooperación Científica y Tecnológica en el Ministerio de Educación de este país. Este fue un paso muy significativo pues es el primer paso que se ha logrado concretar con un país Europeo en el cual este último considera a Colombia como un *partner* en programas de desarrollo científico, ya no solo en términos de sus programas de “*cooperación para el desarrollo*” (“*development aid*”), sino en términos de programas de desarrollo científico y tecnológico. Como se observó en la sección anterior, los programas de desarrollo científico normalmente se desarrollan en el contexto de los países de la OECD, no con países en desarrollo. Un indicador de ese paso es de que por parte de Alemania participan en la financiación de proyectos la Fundación Volkswagen, la Fundación Alexander von Humboldt y la Comunidad de Investigación de Alemania (DFG), siendo estos mecanismos de financiación de la comunidad científica Alemana. Por parte de Colombia la financiación proviene de COLCIENCIAS y del respectivo Ministerio y de sus organizaciones especializadas. De este proceso surgió una importante cartera de proyectos. El principal obstáculo que se confrontó en este caso fue la *dificultad de lograr “sincronizar” los mecanismos de financiación de Colombia y Alemania* para lograr la co-financiación que se había acordado. Hay casos de proyectos que fueron aprobados por COLCIENCIAS pero que en Alemania no se aprobó la financiación del componente Alemán de dicho proyecto. Vice-versa, hay casos de proyectos

⁶ Ver Fernando Chaparro: “*Conocimiento, Innovación y Construcción de Sociedad: Una Agenda para la Colombia del Siglo XXI*”; Bogotá, Tercer Mundo Editores, 1998.

en los que el componente Alemán se aprobó, pero el proyecto no logró la aprobación de COLCIENCIAS. Un factor que parcialmente limitó la capacidad de darle un apoyo más efectivo a este programa lo constituye la reducción que se confrontó en el presupuesto de COLCIENCIAS. Sin embargo hay un buen conjunto de proyectos que se lograron concretar, tales como los proyectos en el campo de ciencias del mar desarrollados en cooperación entre INVEMAR en Colombia y la Universidad Justus-Liebig de Alemania (Giessen), que están haciendo un aporte muy importante al desarrollo de la *Taxonomía Marina* en Colombia, siendo éste un tema de gran importancia para un país interesado en conocer y aprovechar su biodiversidad. Este programa contempla no solo investigación conjunta sino también formación de recursos humanos a nivel de doctorado, movilizand o investigadores en Colombia y en Alemania, investigadores colombianos en universidades alemanas e investigadores alemanes con un gran interés y conocimiento de ecosistemas marinos colombianos (“*Colombianistas*”). Por lo tanto estos proyectos han movilizad o la *diáspora* colombiana.

Este programa de investigación se relaciona estrechamente con otro proyecto que forma parte de una Red de Conocimiento a nivel global, que es el del *Sistema de Facilitación de Información del Convenio de la Diversidad Biológica* (el llamado “*Clearing House Mechanism*”), que el Instituto von Humboldt de Colombia desarrolló con cooperación Alemana (ver: www.humboldt.org.co/chmcolombia), sistematizando la información generada por proyectos de investigación como el anteriormente mencionado y poniéndola en línea. Además de los proyectos en ciencias del mar y en biodiversidad y manejo de recursos naturales, otro importante grupo de proyectos se concretó en el campo de la biotecnología, en el que la Universidad Javeriana, la Universidad Nacional, CORPOICA y empresas como *Live Systems Technology* desarrollaron un importante conjunto de proyectos con diversos centros de investigación en Alemania (Universidad de Hannover, Universidad de Munich, PROPHYTA, varios de los Centros especializados del Instituto Max Planck y otros).⁷

Este es uno de los casos más interesantes de desarrollo de un *programa bi-nacional en ciencia y tecnología* con un país de la importancia científica y tecnológica de Alemania, en el que se integró una participación muy activa de la diáspora científica (incluyendo científicos colombianos en Alemania y científicos alemanes interesados en Colombia - los “*Colombianistas*”). Pero este caso inicialmente no surge de la Red Caldas, sino que surge de la “segunda dimensión” que se analiza en esta sección 4.2. Es evidente que el programa y el mecanismo que surgió estaban tan estrechamente relacionados con funciones que la Red Caldas debía desarrollar que una vez que el programa se formalizó con Alemania, éste se vinculó a la Red Caldas. En ese momento la Red Caldas ya se había debilitado notoriamente, pero al vincular este programa a la Red se le buscó dar un apoyo a ella. Los Grupos Temáticos de Hannover se vincularon a la Red Caldas y se convirtieron en uno de sus principales programas en el 2000-2001.

El caso del Programa Hannover 2000 tipifica una observación que ya se había hecho al inicio de este artículo: el debilitamiento de la Red Caldas no refleja un menor interés de

⁷ Existe una base de datos con los proyectos que se presentaron y se aprobaron en el Programa de Cooperación Colombo-Alemán. Ver: “*Status in Germany of the Bilateral Projects within the Framework of the German-Colombian Scientific Agenda and Contact Information of the Counterparts in Germany*”; Bogotá y Berlín, COLCIENCIAS/ACAC/IB-BMBF, 2002.

COLCIENCIAS o de Colombia en la ciencia global, en el desarrollo de partenariados, ni en el aprovechamiento de su “diáspora”. El debilitamiento de la red se produce por los factores que se analizan en la sección 5.2. Desde el inicio el proceso de globalización y de desarrollo de partenariados se ha desarrollado a través de dos grandes dimensiones: la *Red Caldas*, como un componente de esta política, y un conjunto muy importante de programas relacionados con *redes especializadas* en diversos sectores y áreas de la ciencia. Con el debilitamiento de la Red Caldas, la política de globalización, de construcción de partenariados e inclusive el aprovechamiento de la diáspora colombiana se *concentra gradualmente en la segunda dimensión* (que estamos analizando en esta sección 4.2.), de donde salen los casos más dinámicos que se proyectan en el nuevo siglo. Las redes especializadas se percibieron como más eficientes para lograr los objetivos que se perseguían. Uno de los desafíos que se confrontan al pensar lanzar una nueva política de internacionalización y de aprovechamiento de la diáspora colombiana como parte de este proceso, es la de integrar estas dos dimensiones. En la forma como se operó en la década de los noventa no había mucha interacción “*institucionalizada*” entre estas dos vertientes. La interacción la aseguraba la Dirección de COLCIENCIAS y los Directores de los Programas Nacionales, pero a nivel operativo no había mucha interacción, salvo en casos excepcionales. Es así como muchos de los Nodos de la Red Caldas no tenían información sobre los partenariados que se estaban desarrollando con universidades en sus respectivos países (v.gr. Lovaina y Gant en Bélgica, Montpellier en Francia, varias universidades Alemanas, el INIA y la Universidad de Valencia en España, etc.), que ellos pudieron haber apoyado. Con una mayor integración entre estas dos dimensiones la Red Caldas pudo haber evolucionado más fácilmente hacia una *Red de Redes*, integrando las diversas redes especializadas y fortaleciéndose de la dinámica de estas últimas.

4.2.5. Participación del Grupo de Física de Altas Energías de la Universidad de los Andes en la Red o Consorcio Mundial del FermiLab

El grupo de Física Experimental de Altas Energías de la Universidad de los Andes participa activamente desde 1988 en experimentos con el acelerador colisionador de más altas energías del mundo, el *Tevatrón* del Laboratorio Nacional Fermi de Estados Unidos (FermiLab) situado en Batavia, Illinois. Hasta el momento el grupo ha participado en el FermiLab en los experimentos de colisiones protón-antiprotón E-710 (1988-1991, ya concluido); en su continuación con el E-811 y en el experimento D-Cero, desde 1991 como miembro oficial de este consorcio internacional, en el que se descubrió el *quark top* en 1995. El grupo de la Universidad de los Andes participó como co-descubridor en este programa.

La colaboración internacional en el experimento D-Cero incluye investigadores de varios países de América, Europa y Asia. El experimento D-Cero tiene como herramienta principal un sofisticado detector central de uso general, que permite investigación de frontera en física de los *bosones W y Z*, de los *quarks pesados top y bottom*, de las interacciones quark-quark y quark-gluón, de la búsqueda del Higgs, de pruebas de modelos supersimétricos y de búsqueda de la física nueva.

La labor investigativa del grupo colombiano en el experimento D-Cero se centra en la "*Física B*", física de sistemas del *quark bottom*, buscando el entendimiento de estos sistemas así como el significado de su comportamiento que revela la naturaleza de las interacciones fundamentales. Esta línea de investigación es de máxima actualidad e importancia en la física

de altas energías, ya que permitirá ampliar el entendimiento de la estructura más fundamental de la materia, más allá del actual "*modelo estándar*" de la física de partículas elementales. El experimento D-Cero se realiza en Colombia, en Ecuador y en el FermiLab, incluyendo actividades de hardware, software, simulación y análisis de datos.

El grupo de la Universidad de los Andes también trabaja en desarrollo de hardware, en instrumentación y en detectores y electrónica del experimento D-Cero. Así el grupo ha contribuido con el desarrollo, diseño, construcción y pruebas de parte de la electrónica del nuevo detector de vértice de silicio del sistema D-Cero, esencial para el análisis de los datos de la Física B. Como parte de la división del trabajo que se realiza en el contexto de este consorcio internacional, en el laboratorio de altas energías del Departamento de Física en Bogotá que está equipado con un telescopio de muones atmosféricos con su electrónica correspondiente y con un sistema de adquisición de datos, la investigación se orienta hacia el estudio de nuevos tipos de detectores de centelleo con fibras ópticas para la transmisión de la luz del centellador al fotomultiplicador, detectores denominados *de pixel* en el experimento D-Cero.

Las instalaciones de laboratorio en la Universidad de los Andes, incluyendo las instalaciones para instrumentación de detectores, mejoran las futuras posibilidades en física de partículas sin aceleradores y en aplicaciones en otras áreas relacionadas, tales como electrónica rápida y detectores que tienen aplicaciones en astrofísica, biología y medicina. Esto, más la presencia activa en el laboratorio FermiLab como miembros de la colaboración D-Cero, suministra las condiciones necesarias para el entrenamiento de jóvenes físicos e ingenieros en las avanzadas tecnologías asociadas con la investigación en altas energías.

Como fruto de su participación en este consorcio internacional, el grupo de investigación de física experimental de altas energías de la Universidad de los Andes cuenta con más de 90 publicaciones que se han derivado del experimento D-Cero. Estas publicaciones internacionales han recibido cerca de 3000 citas en la literatura. De los estudiantes de postgrado que han participado en la investigación, 10 han sido residentes del FermiLab. Hay que destacar que como resultado de la colaboración y la participación en esta red de investigación, tanto los estudiantes como los profesionales del grupo han presentado trabajos en congresos nacionales e internacionales y varios de ellos han aparecido como autores en más de 805 reportes internos del FermiLab, en las memorias de 20 congresos científicos internacionales y en nueve artículos publicados en las más prestigiosas revistas internacionales de física del mundo.

Este consorcio internacional cuenta además con convenios de cooperación con la Universidad de Rochester y con la Universidad Estatal de Michigan en Estados Unidos, convenios que contribuyen al desarrollo del programa de doctorado en la Universidad de los Andes. También se ha establecido una colaboración con el Laboratorio Jefferson (Newport News, Estados Unidos). El objetivo de esta colaboración es participar en experimentos de fotoproducción de mesones vectoriales a partir de protones, con la intención de estudiar en detalle la estructura interna de los hadrones (neutrones y protones) que conforman la materia estable.

La participación en la Red Mundial de Investigación en Física de Altas Energías coordinada por el FermiLab comprende todos los elementos de una *red de investigación madura*. La participación en esta red de investigación contiene los siguientes elementos: (a) participación en proyectos conjuntos de carácter global; (b) el acceso a infraestructura sofisticada y única; (c) el acceso y manejo de bases de datos e información a nivel mundial; (d) la participación en simposios internacionales en el campo específico de trabajo y el acceso tanto al conocimiento codificado como al conocimiento tácito que circula; (e) la participación y colaboración en publicaciones internacionales en las revistas más importantes de la física en el mundo; (f) el desarrollo de infraestructura propia de investigación en Colombia y la generación de capacidades científicas y tecnológicas en el grupo de investigación local, lo que permite una relación más simétrica con los grupos de investigación internacionales que participan en la red global; (g) la formación de jóvenes estudiantes de pregrado, maestría y doctorado; (h) el desarrollo del programa nacional de doctorado en colaboración con universidades y centros de investigación internacionales; y (i) el acceso a otras subredes dentro de la red y a convenios de cooperación para el desarrollo de sub-temas de investigación dentro del tema marco de la física de altas energías.

4.2.6. La Red de Macroeconomía de América Latina

La red de Macroeconomía Latinoamericana se creó en 1985 con el apoyo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC/CIID del Canadá), con la participación de FEDESARROLLO (Colombia), CEDES (Argentina), la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro (Brasil) y CIEPLAN (Chile). Como miembros asociados participaron la Universidad Católica de Bolivia y el Consorcio de Investigación Económica del Perú. El desarrollo de esta red que tuvo existencia formal hasta mediados de los noventa, dejó establecida la relación entre los principales centros y grupos de investigación de economía de la región, que hoy hacen parte de la *Red de Centros del BID*. Además del trabajo propio de la investigación y sus resultados, la Red de Macroeconomía dejó invaluable experiencias para los grupos y centros de investigación en el campo del *trabajo colaborativo en Red* en esta disciplina. Entre los principales factores de enseñanza se pueden destacar los siguientes:

- a) **La selección de la agenda temática:** Esta surgió de la comprensión que los investigadores de los centros adscritos y asociados a la Red tenían sobre la realidad económica latinoamericana. La agenda de investigación económica y de los analistas económicos pasaron por diversas prioridades en cada uno de los centros de investigación, todas ellas concordantes con la realidad de los países y de la región en conjunto. Cuatro fases en el desarrollo temático de la Red se podrían destacar: (a) la primera referida al tema del ahorro y la inversión y los programas anti-inflacionarios; (b) la segunda, sobre el proceso de ajuste estructural y su impacto en las políticas de estabilización; (c) la tercera sobre las reformas estructurales; y (d) la cuarta relacionada con el impacto de las reformas estructurales sobre el empleo y la distribución del ingreso. Estas fases del programa macroeconómico de la Red permitieron evolucionar el pensamiento en el sentido de pasar del análisis de corto plazo hacia la dimensión del análisis económico de largo plazo.
- b) **Programas flexibles de investigación y carácter abierto de la Red:** Dentro de las prioridades conjuntamente definidas, se desarrolló una política flexible en el sentido de

permitirle a cada uno de los centros participantes poder explorar a través de proyectos específicos de investigación su contribución al tema general de la Red. Así mismo, diversos investigadores pertenecientes a instituciones de América Latina y externos a ella tuvieron la oportunidad de participar en sus discusiones, utilizar los resultados de las investigaciones y desarrollar una confrontación con otras experiencias.

- c) **La concepción de bien público de la Red:** Esta es la característica que hizo posible preservar la libertad intelectual de los investigadores participantes, su confrontación académica en un ambiente donde la única autoridad es la excelencia investigativa. Se logró así conformar una comunidad de investigadores en donde participan y aportan a la comprensión de la realidad económica diversas escuelas de pensamiento, enfoques y metodologías. Este capital así construido es lo que le dio legitimidad social y ante los pares académicos, a la Red de Macroeconomía.
- d) **La formación de recursos humanos:** La Red desempeñó un papel fundamental en la formación de investigadores desde diversas perspectivas. Por una parte a través del establecimiento y vínculo directo con programas de maestría y doctorado; por otra, permitiendo la preparación de tesis doctorales en los centros participantes; y, finalmente entrenando a jóvenes recién graduados del pregrado en el quehacer de la investigación macroeconómica, mediante becas-pasantías de aprender haciendo.
- e) **La socialización de los resultados de las investigaciones realizadas:** El seminario anual de la Red se constituyó en un espacio vital para la discusión de los resultados de investigación. Agrupados cada uno en ejes temáticos y rotados en su organización entre los centros participantes, se presentaron los diversos proyectos de investigación al examen de los pares académicos. El aprendizaje colectivo de las experiencias particulares y de la visión del contexto internacional enriqueció no solamente a los investigadores como individuos, sino también a los centros de investigación, permitiéndoles una acumulación institucional del conocimiento a disposición de la sociedad. Entre los principales seminarios que se llevaron a cabo se pueden destacar: el de 1988 realizado en Buenos Aires sobre los Procesos de Ajuste; el de Santiago de Chile en 1989 sobre Las Reformas Estructurales y el Funcionamiento Macroeconómico; el de Río de Janeiro en 1990 sobre el tema de Las Nuevas Políticas Económicas en América Latina; los de 1991 y 1993 en Cartagena sobre los temas de Reformas Estructurales y de Flujos de Capitales y Estabilización Macroeconómica; el de 1992 en Washington relacionado con las Reformas del Estado y la Estabilización Macroeconómica; y el 1996 organizado en Bogotá sobre los Efectos de las Reformas Estructurales sobre los Mercados de Trabajo y la Distribución del Ingreso en América Latina. En estos seminarios participaron no solo los investigadores, sino también los principales responsables de dichas políticas en los diversos países (“*policy-makers*”), así como las agencias internacionales de desarrollo más importantes en este campo (Banco Mundial, BID, FMI). De esta red salieron varios de los Ministros de Hacienda y de Planeación de los países de la región. Además de los seminarios anuales, se le dio difusión amplia a los resultados de investigación a través de la publicación de varios libros, casi todos de texto referenciados en las principales facultades de economía de América Latina; de la publicación nacional e internacional de innumerables artículos; y de informes de investigación de referencia obligada en la comunidad de investigadores. Los

trabajos de investigación realizados en el marco de la Red han sido de gran utilidad tanto para contribuir a la toma de decisiones de política económica, como para alertar a la sociedad de opciones de desarrollo diferentes.

4.2.7. El aprovechamiento de la “diáspora de otros países”

Por último, es importante resaltar que hay una dimensión de la diáspora científica que no hemos aprovechado en Colombia tanto como otros países. Se trata de poder aprovechar la *emigración o diáspora de otros países* cuyos científicos también emigran por alguna razón. Las migraciones europeas a mediados del siglo veinte hicieron aportes importantes a la comunidad científica colombiana, especialmente en algunos campos de la ciencia (v.gr. salud). Más recientemente se realizaron algunas experiencias innovadoras en ciencias básicas, en casos tales como el de la integración del Prof. Markov de Ucrania al Grupo de Óptica Aplicada del Centro Internacional de Física (CIF) en Bogotá. La llegada del Prof. Markov al país lleva a consolidar un área de investigación y desarrollo tecnológico muy importante que ha encontrado diversas aplicaciones en diversos campos como el de holografía, el del uso del sistema LIDAR para análisis de contaminación atmosférica y el de diversas aplicaciones de los láser al análisis de imágenes que se utilizan en ensayos no destructivos, entre otros. Es interesante resaltar que el CIF no solamente ha aprovechado la diáspora de otros países, como Ucrania, sino también los propios científicos colombianos en el exterior para desarrollar con ellos programas conjuntos de investigación y fortalecer sus laboratorios especializados. Este es el caso de la estrecha cooperación desarrollada con el Dr. Rodolfo Llinás que llevó al fortalecimiento del grupo y el laboratorio de Biofísica.

5. Principales factores que incidieron en el desarrollo de la Red Caldas y en la evolución que se observa a lo largo de los últimos 10 años

En la sección 4.1. y en el Anexo 1 se presentan diversos casos exitosos de la Red Caldas, indicándose también en qué casos se logró alcanzar un mayor nivel de éxito en términos de proyectos colaborativos, y en cuáles casos se confrontaron limitaciones que redujeron la efectividad de la red. Así mismo, se ha indicado como hacia el final de la década de los noventa la Red Caldas pierde dinamismo, llevando a su virtual desaparición. De este análisis de casos específicos de los proyectos exitosos y menos exitosos y de la evolución de la red, la pregunta central que surge es la de poder identificar los “*factores de éxito*” que dinamizaron a la Red Caldas en su mejor momento, así como las *limitantes* que le restaron efectividad al sistema, llevando a su debilitamiento progresivo y virtual desaparición. Ese es el objetivo de esta quinta sección. En la sección 5.1. se analizarán los factores de éxito y en la sección 5.2. se desatacarán las principales limitantes que llevaron a su decadencia.

5.1. Factores de éxito que dinamizaron y fortalecieron la Red Caldas

- a) La existencia previa de asociaciones de estudiantes y profesionales colombianos en el exterior suministró una base o punto de partida para el arranque de la Red Caldas (v.gr.

este fue el caso de ACIS en Suiza y de PECK en New York, así como el papel que desempeñó la lista general de correos de Colombianos en el Exterior – COLEXT).

- b) El desarrollo del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología llevó al surgimiento de Programas Nacionales crecientemente sólidos con capacidad para interactuar con pares en países desarrollados. Es importante destacar que cuando los Programas Nacionales le dieron importancia al establecimiento de alianzas estratégicas la Red Caldas tuvo una buena capacidad para responder a las propuestas presentadas por los Nodos o por investigadores colombianos, en colaboración con investigadores de países europeos o norteamericanos. Este fue el caso del programa de catálisis con Bélgica, Francia y España, del programa de impacto ambiental con Suiza y del programa de robótica con Francia y Suiza. El seguimiento a estos programas es una función que no puede cumplir una Oficina de Enlace con la Red Caldas, pues se requiere conocimiento técnico sobre la materia para poder hacerle un seguimiento razonable. En otros casos el respectivo programa no tuvo el mismo nivel de interés, y la falta de un interlocutor válido en COLCIENCIAS debilitó la capacidad de respuesta de la Red Caldas.
- c) El incremento significativo que se dio en la capacidad de financiación de la investigación de COLCIENCIAS con el BID III creó una mayor posibilidad de financiar la participación de investigadores colombianos en proyectos transnacionales. Colombia fue de los primeros países en América Latina en asignar recursos nacionales a proyectos multinacionales. Por ejemplo, entre 1995 y 1998 COLCIENCIAS solicitó varias veces a la Unión Europea permitir la participación de grupos de investigación de Colombia en las redes de I&D Europeas, con base en una financiación por parte de COLCIENCIAS para facilitar la participación del grupo o centro Colombiano en dichas redes. Este tema se planteó en la reunión organizada en 1997 por España como Presidente en ese año de la Unión Europea. Sin embargo, la respuesta de la EU no fue positiva. Adicionalmente, no fue fácil “*compatibilizar*” el sistema de financiación colombiano con el sistema de financiación de los países Europeos y Norteamericanos (esto se analiza en la siguiente sección como un limitante). Esto lleva a la necesidad de considerar la posibilidad de hacer convocatorias específicamente diseñadas para proyectos colaborativos con grupos de excelencia en otros países.
- d) De 1992 a 1997 el Programa de Becas de COLCIENCIAS envió al exterior en promedio 120 personas por año. En siete años se enviaron 846 jóvenes profesionales a cursar estudios de postgrado, la mayor parte de ellos a nivel de doctorado (ver Cuadro No. 2). Esto incrementó significativamente el número de jóvenes profesionales colombianos en programas de doctorado en las mejores universidades del mundo. Esta evolución incrementó así mismo el número de jóvenes investigadores colombianos en buenas universidades y centros de investigación, constituyéndose en la columna vertebral de la Red Caldas.
- e) Un factor que desempeñó un papel primordial en los casos de éxito en los que la Red pudo organizar proyectos colaborativos entre grupos de investigación en Colombia y grupos en el respectivo país Europeo o Norte Americano fue la presencia de un “*líder científico articulador*” que logra movilizar tanto la comunidad científica colombiana

como la del respectivo país extranjero. Generalmente se presentaron dos personas que cumplieron un papel complementario: un líder que articula la iniciativa desde un Nodo o una universidad que forma parte del mismo, y un líder que desempeña un papel similar con relación a la comunidad científica colombiana. Este “doble liderazgo” se dio en casos tales como el de la red de catálisis, el programa de robótica y el programa de contaminación ambiental. Sin un “*campeón de la causa*”, estos proyectos multinacionales no son fáciles de armar.

- f) El rápido desarrollo de Internet y de las tecnologías relacionadas con la información y las comunicaciones facilitó el surgimiento de redes electrónicas y de comunicación en tiempo real. Sin embargo, este factor tiene dos dimensiones. Una positiva, lo representa la creciente facilidad de comunicación que surge. La Red Caldas se construye a partir de un sistema de comunicación con base en correo electrónico. Pero al mismo tiempo, el “*timing*” del desarrollo tecnológico no fue el más adecuado. Durante los primeros años la tecnología disponible no se prestaba a un real “*trabajo en red*”, como hoy es posible, lo que limitó la interacción entre investigadores a “listas de correo”, no verdaderamente a redes dinámicas. El desarrollo tecnológico más útil se presentó con un poco de atraso con relación a los requerimientos de la Red Caldas.
- g) La gran dinámica que tomaron gradualmente las “redes especializadas” llevaron a un papel creciente de estas últimas. Esta dinámica se debe a su mayor grado de focalización, la mayor claridad en la identificación de los miembros y de los beneficiarios y la posibilidad de definir más claramente tanto las actividades a desarrollar como los productos a lograr. Pero estas redes tuvieron un impacto mixto en la Red Caldas. Por un lado, las convirtieron en un importante motor de desarrollo cuando ellas se lograron integrar a la Red, como fue el caso de la Red de Catálisis. Al mismo tiempo, ese fue uno de los principales factores que llevaron a la decadencia (o pérdida de relevancia) de la Red Caldas, ya que estas redes especializadas se convirtieron en los protagonistas reales. Tomando en consideración esta evolución, hay un papel muy importante que la Red Caldas pudo haber continuado desempeñando como “*Red de Redes*”, cubriendo aspectos o funciones que una red de esta naturaleza cubre más eficientemente que a nivel de cada red especializada por separado. Pero, como veremos en la próxima sección, la Red Caldas no logró evolucionar hacia una Red de Redes.

5.2. Factores limitantes que llevan a la creciente ineficiencia de la Red Caldas y su gradual desintegración

Hacia el final de la década de los noventa la Red Caldas pierde el dinamismo que inicialmente tenía. Los recortes presupuestales que se presentan en COLCIENCIAS en ese momento contribuyeron a este deterioro por la menor capacidad de responder a las iniciativas que planteaban los Nodos y la comunidad científica colombiana. Pero la dimensión presupuestal es solo un factor en una gama más amplia de factores que llevaron a su debilitamiento y virtual desaparición. Entre estos factores pueden mencionarse los siguientes:

- a) El gran adelanto en las tecnologías de la información y las comunicaciones crea una serie de potencialidades que no se aprovechan suficientemente, debido al hecho que las estructuras institucionales y las culturas organizacionales (la actitud de la gente) cambian

más lentamente que la tecnología. Tomó varios años antes que las nuevas tecnologías fueran realmente asimiladas por los grupos de investigación tanto en Colombia como en los otros países y comenzaran a sacarles provecho.

- b) Existió una respuesta diferencial por parte de los Programas Nacionales en aprovechar las oportunidades que les brinda la Red Caldas. Algunos programas le encuentran utilidad y le brindan su apoyo. Otros no le asignan el mismo peso a la colaboración transnacional. Sin éste apoyo por parte del respectivo Consejo Nacional y Secretariado Técnico, se pierde dinámica al no tener un interlocutor válido en COLCIENCIAS para apoyar el desarrollo de proyectos.
- c) En el caso de la Red Caldas se puso un gran énfasis (posiblemente demasiado) en el desarrollo de “*Proyectos Conjuntos de Investigación*” entre investigadores en Colombia e investigadores en Europa y Norte América, como la principal función que debiera cumplir la Red. Al concentrarse en esta función, descuidó otras funciones más amplias que puede cumplir un programa orientado a aprovechar la diáspora científica, sin convertir en un requisito la búsqueda de fondos para concretar dichos proyectos. Como se indicó anteriormente, en el caso de otros países, como Egipto y la India, el programa de la diáspora se orientó más hacia el intercambio de información entre las personas interesadas, el manejo de redes de comunicación, el intercambio de científicos y el apoyo a pasantías de las personas radicadas en el exterior para que puedan compartir conocimientos y experiencias con los grupos de investigación nacionales. La formulación de proyectos y su financiación se consideran más una responsabilidad de los investigadores en sus respectivos sistemas nacionales de investigación, no siendo esto una responsabilidad del programa de la diáspora.
- d) Al poner énfasis en la realización de proyectos conjuntos de investigación, se genera la necesidad de asegurar una adecuada *co-financiación* para estos proyectos por parte de los países participantes. Uno de los obstáculos que se encontró aquí fue el de *compatibilizar los sistemas de selección y financiación de proyectos de los países Europeos o de Norteamérica con el sistema Colombiano*. No fue fácil lograr una adecuada sincronización. Se presentaron casos en los que la financiación para el componente europeo estaba asegurada, pero no resultó la financiación del componente colombiano. Igualmente se presentaron casos en la otra dirección: en los que se aprobó la financiación del componente colombiano, pero no se aprobó la parte del proyecto europeo. Aquí surge el problema de la falta de congruencia entre los instrumentos que se utilizan en la política de C&T de diferentes países. En un par de reuniones se exploró con la Unión Europea la posibilidad de desarrollar un proceso de evaluación conjunta de proyectos, en los que las partes se ponen de acuerdo sobre los “*pares*” que deben evaluar un proyecto y ambos aceptan los resultados de esa evaluación. No se llegó a ningún acuerdo. Esta “sincronización” solo se logró establecer con la National Science Foundation (NSF) de los Estados Unidos, con la que se firmó un acuerdo de colaboración en el que se incluyó un proceso integrado de evaluación conjunta de proyectos. Esta dificultad en “sincronizar” sistemas financieros diferentes se constituyó en un serio obstáculo.

- e) Una de las más serias limitaciones que fue deteriorando la efectividad de la Red fue la tendencia que surgió a dedicar una creciente proporción del tiempo a la discusión en la Red de temas y problemas de poca relevancia para los objetivos de la misma. Algunos ejemplos de esto se refieren a quejas de que no se aprobó tal o cual proyecto, a demoras en el pago de becas o a problemas personales de estudiantes o de investigadores. Esto le generó un “desgaste a la red” en intercambios poco productivos desde el punto de vista de los objetivos que se persiguen. Aquí surge una conclusión importante: se requiere una cierta madurez de parte de los usuarios de la red para que no se convierta en un instrumento para tratar de solucionar sus problemas personales. La red es más productiva cuando se utiliza para los fines científicos para lo cual se creó, y no para ventilar temas de otra índole.
- f) En la mayor parte de los Nodos, la Red Caldas se limitó a movilizar la comunidad científica. En general, esta red no integró empresarios y otros actores sociales que forman parte de la “diáspora”. Es interesante comparar este modelo con el utilizado por otros países que se han interesado en desarrollar programas orientados al aprovechamiento de su diáspora, en los cuáles, además de científicos, se han integrado empresarios, ingenieros en firmas consultoras y otros profesionales. Este segundo enfoque considera que la información y el conocimiento que estas personas pueden aportar sobre mercados y sobre proyectos empresariales es igualmente importante y relevante para el país. Esto cambia un poco la naturaleza de las redes.
- g) Como se indicó en la sección 4, en la segunda mitad de los noventa se presentó una clara evolución hacia la predominancia de las “Redes Especializadas” de investigación y de expertos. Así como este hecho tuvo un efecto positivo mencionado en la sección anterior, también tuvo un impacto negativo. Las redes especializadas tienen una ventaja sobre las “redes genéricas” pues son más focalizadas, se puede identificar más fácilmente quienes son sus miembros y tienen productos más claros que pueden entregar. Esto llevó a que las redes especializadas se convirtieran paulatinamente en el actor principal. Solo algunas de ellas surgieron de la propia Red Caldas; la mayor parte de ellas surgieron de la segunda dimensión del proceso de globalización y de “construcción de partenariados” que se describe en la sección 4.2. Esto generó dos problemas: el primero fue la falta de articulación entre estas dos dimensiones que se pudieron haber reforzado mutuamente. El segundo es que en este nuevo escenario la Red Caldas debió haber evolucionado hacia el concepto de una “Red de Redes”. Sin embargo, en ese momento no se comprendió bien la necesidad y la naturaleza de esa evolución, ni se captó bien como se podía responder a ese desafío. Al no entenderse bien la naturaleza del cambio que había que hacer, las redes especializadas gradualmente ocuparon el centro del proceso (los casos exitosos y dinámicos), marginando gradualmente a la red general. Concretamente esto se reflejó en el hecho que la naturaleza y funciones del llamado “Nodo de Colombia” no se desarrollaron adecuadamente, para asegurar que éste último pudiera cumplir a cabalidad las funciones de “Nodo Coordinador de una Red de Redes” (que es diferente a un Nodo Coordinador de una Red Especializada).
- h) Los muy significativos recortes presupuestales que en ese momento se presentaron en COLCIENCIAS ciertamente deterioraron la capacidad de acción del Nodo Coordinador.

Sin embargo, el efecto acumulado de los anteriores factores desempeñó un papel más importante que el meramente presupuestal. La adecuación a la nueva función de Nodo Coordinador de una Red de Redes no requería recursos financieros de gran cuantía. El mayor impacto de los recortes presupuestales se presenta en la capacidad de financiar la participación de Colombia en proyectos transnacionales, siendo éste un factor al cual los investigadores le asignaban una gran importancia.

6. Conclusiones y recomendaciones

Las *Sociedades del Conocimiento* se caracterizan por la importancia de este último como factor de producción y como principio organizador de la propia estructura social. Su característica esencial es la de ser sociedades con capacidad para generar conocimiento sobre su realidad y su entorno, y con capacidad para utilizar dicho conocimiento en el proceso de concebir, forjar y construir su futuro. Es decir, de utilizarlo en el proceso permanente de construcción de la sociedad, a través del desarrollo, transformación permanente y consolidación de sus principales instituciones sociales. De esta forma, el conocimiento se convierte no solo en instrumento para explicar y comprender la realidad, sino también en motor de desarrollo y en factor dinamizador del cambio social. La *Nueva Economía* que estas sociedades generan es una economía basada en el conocimiento y en la información como medios de producción, constituyéndose en la base misma de la *productividad* y la *competitividad* no solo de empresas, sino también de ciudades, regiones y países.⁸

En este contexto el *acceso al conocimiento* se convierte en un factor primordial. El proceso de globalización que caracteriza el siglo XXI y la revolución tecnológico-informacional que lo acompaña, están generando tendencias contradictorias desde el punto de vista del acceso al conocimiento. Por un lado, las tecnologías de la información y las comunicaciones están generando una creciente posibilidad de circulación generalizada de dicho conocimiento en tiempo real, con la capacidad de convertirse en un *bien público global*. De otra parte, la creciente importancia de este conocimiento como factor de producción y de competitividad está generando profundos procesos de apropiación y de privatización de dicho conocimiento. Precisamente por eso el tema de la *propiedad intelectual* se ha convertido en piedra de discordia en varios ámbitos de las negociaciones internacionales. Ante el creciente desafío que el mundo confronta en el campo de la seguridad alimentaria, de la creciente pobreza urbana y rural y de la imperiosa necesidad de lograr modelos de desarrollo basados en procesos de *inclusión social*, existe una creciente tensión entre el *conocimiento como bien público* nacional y global que puede contribuir a estos objetivos, y el *conocimiento privatizado* que desempeña un papel indispensable para poder fomentar la inversión del sector privado en su generación y aplicación. De aquí surge un aspecto importante que es el del papel del sector privado en la generación y aplicación del conocimiento, así como el papel que este sector desempeña en proyectos de desarrollo social facilitando el uso de los desarrollos tecnológicos por él logrados. El CGIAR y GFAR prestan especial atención a esta dimensión.

⁸ Manuel Castells: “*La Ciudad de la Nueva Economía*”; *La Factoría*, No. 12, junio-septiembre, 2000.

En este contexto están apareciendo diversas formas de organizar la generación y uso del conocimiento y de reglamentar el acceso a él. Si bien la propiedad intelectual desempeña un papel muy importante en el mercado del conocimiento y de la tecnología, ella no es la única forma para reglamentar y organizar la circulación de dicho conocimiento en una sociedad y el acceso a él. Las *redes científicas* que hemos analizado en este artículo, así como las *redes de innovación* que surgen en diversos sectores de la producción, se están constituyendo en formas organizacionales para poder acceder a “*conocimiento protegido*” que está en manos de comunidades especializadas. Y el acceso a ese conocimiento protegido en manos de comunidades especializadas, es uno de los mayores *valores agregados* que estas redes científicas y redes de innovación pueden aportar. Un reciente estudio en Sur África sobre el tema de la diáspora de este país precisamente resalta la importancia de dichas redes en permitir el acceso a conocimiento protegido de alto valor agregado.⁹

Por lo tanto una de las conclusiones importantes que quisiéramos resaltar es la de la importancia del papel que desempeñan las redes científicas, las redes de innovación y el aprovechamiento de la diáspora en facilitar el acceso al conocimiento protegido que tienen ciertas comunidades especializadas en campos específicos de la ciencia o la tecnología, así como el acceso a la capacidad de investigación que existe en centros de excelencia en dichos campos (v.gr. el Fermi Lab en el ejemplo que vimos en el campo de la física). Esto es lo que el mencionado estudio de Sur África denomina “*Global Knowledge-Intensive Value Chains*”. Es lo que en este estudio estamos denominando el *conocimiento protegido* que tienen ciertas *comunidades especializadas* relacionadas con *redes científicas* y *redes de innovación*. Este valor agregado es mucho más importante que la realización de un *proyecto cooperativo* o un *partenariado* (“*research partnership*”) en particular. Si bien estos últimos son muy importantes porque constituyen la principal forma a través de la cual efectivamente se desarrolla la cooperación científica y tecnológica, es el *acceso al conocimiento protegido* que una red tiene lo que puede generar el mayor valor agregado. Esto es aun más cierto en las redes de innovación. Este es un enfoque diferente al que hasta ahora ha predominado, donde el énfasis casi exclusivo es en los proyectos cooperativos específicos.

Una segunda conclusión importante se deriva de esta primera. Si la importancia de estas redes no se basa solamente en la realización de proyectos conjuntos de investigación sino en el acceso al conocimiento protegido que estas redes tienen, entonces la *forma de participación en las mismas* debe contemplar no solamente el apoyo a proyectos conjuntos de investigación sino a una gama más amplia de instrumentos y mecanismos, tales como pasantías, intercambio de científicos e ingenieros, participación en reuniones, inserción en redes especializadas de bases de datos, fortalecimiento de capacidades e infraestructura, capacitación de recursos humanos y otros mecanismos que permitan el acceso a dicho conocimiento y su apropiación por parte de personas, grupos e instituciones del país. Ese fue el enfoque que se privilegió en el Foro Global de Investigación Agropecuaria (GFAR) mencionado en la sección 4.2., en el cual se puso énfasis en estos *mecanismos de circulación y transferencia de conocimiento* más que en proyectos de investigación conjunta. Los dos componentes son importantes ya que la realización de investigación conjunta es una de las formas más importantes de participación

⁹ Jonathan Marks: “*Expatriate Professionals as an Entry Point into Global Knowledge-Intensive Value Chains: South Africa*”; Knowledge for Development Program, World Bank Institute, March 2004.

efectiva en comunidades y redes especializadas. Pero es importante tener conciencia de la importancia de los mecanismos relacionados con el acceso al conocimiento para poder sacarle un provecho real a dichas redes.

Una tercera conclusión importante se relaciona con las características que tienen los casos más exitosos de partenariados, tanto en aquellos casos desarrollados por la Red Caldas y sus Nodos, como en aquellos casos desarrollados por las redes especializadas que se analizaron en la sección 4.2. En los casos exitosos siempre estuvieron presentes dos factores críticos: en primer lugar, la existencia de *líderes científicos articuladores* que logran movilizar tanto la comunidad científica colombiana como la del respectivo país extranjero (lo que en la literatura sobre innovación se llaman “*gatekeepers*”); en segundo lugar, la posibilidad de “*sincronizar con éxito*” el proceso de financiación de cada proyecto, tanto por parte de la contraparte colombiana como por parte del país europeo o norteamericano. Para facilitar dicha sincronización entre diferentes sistemas de financiación es importante poder lograr una de dos opciones: acordar un sistema de “*evaluación conjunta*” de proyectos seleccionando pares compartidos por las dos entidades (como se logró en el acuerdo con la NSF de Estados Unidos); o sincronizar los dos sistemas e intercambiar información entre ellos, asignando importancia en los criterios de evaluación al hecho que un proyecto se vaya a desarrollar en partenariado con un grupo de excelencia en otro país. Es claro que si no se soluciona la sincronización entre sistemas de financiación difícilmente se podrán desarrollar tales proyectos cooperativos. Y si bien la financiación externa puede desempeñar un papel importante, esta última no se logrará movilizar si no hay financiación local de contrapartida. Esto lleva así mismo a una consideración adicional: la necesidad de hacer *convocatorias* específicamente diseñadas para este fin.

Una cuarta conclusión se basa en la importancia que tiene una dimensión que solo ahora comienza a concretarse, y es la posibilidad de aprovechar los últimos adelantos de Internet y de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) para poder desarrollar foros de discusión y de intercambio de información permanente entre los miembros de comunidades y redes especializadas. Los nuevos adelantos tecnológicos permiten el “*trabajo en red*” por medio de procesos muy dinámicos de intercambio y acumulación de conocimiento que pueden generar *procesos de aprendizaje* a través de medios interactivos y dinámicos de “*e-learning*”. Inclusive se está experimentando con diversas formas de “*laboratorios virtuales*” y “*centros virtuales de investigación*”, en los que se podrían integrar investigadores y tecnólogos colombianos en el exterior (la diáspora), así como el desarrollo de procesos investigativos con grupos de otros países. Para fortalecer esta posibilidad es indispensable el desarrollo de *Internet-2* en las universidades y centros de investigación en Colombia, ya que se requiere dicho tipo de capacidad para poder participar activamente en estas nuevas formas organizacionales de la ciencia global. Los países asiáticos de la cuenca del Pacífico le están dando una gran importancia al desarrollo de proyectos colaborativos a través de redes de banda ancha y alta velocidad en el contexto de APEC. Esto lo están haciendo a través de un programa denominado *Redes Científicas de Alta Velocidad* y su evolución hacia laboratorios virtuales.

Un caso particular de lo anterior es el del establecimiento de “*foros especializados*” o “*grupos de discusión*” sobre diversos temas que se puedan desarrollar a partir de este trabajo en red en Internet. Lo anterior permite desarrollar “*redes de expertos*” sobre temas relevantes para el

país, o que puedan servir como *mecanismos de prospectiva tecnológica* en campos específicos, como biotecnología o la evolución de las TICs. Recientemente COLCIENCIAS adquirió un software que permite este tipo de discusión en línea o en red.

En quinto lugar, es muy importante *integrar las dos dimensiones* que en la década de los noventa se desarrollaron en forma separada: una *estructura o red general muy ágil y ligera* orientada a facilitar la interacción con la diáspora colombiana en todo el mundo, con funciones similares a la que la Red Caldas tuvo pero evitando sus debilidades (ver sección 5.2.); en segundo lugar las *redes especializadas, ya sea redes científicas o de innovación*, que han demostrado que tienen una ventaja comparativa con relación a las redes genéricas. Las redes especializadas tienen un mayor grado de focalización, una mayor claridad en la identificación de sus miembros y de sus beneficiarios y la posibilidad de definir más claramente tanto las actividades a desarrollar como los productos a lograr. Esto se refleja en la creciente predominancia que ellas lograron hacia el final de los noventa y el inicio del nuevo siglo (ver sección 4.2.). La función que la Red o estructura general puede suministrar se relaciona más con información general y con funciones importantes de apoyo, como es el establecer vínculos con fuentes de financiación en cada país y facilitar la sincronización entre dichas fuentes de financiación y las fuentes colombianas (v.gr. COLCIENCIAS). Así mismo, puede suministrar información sobre las redes especializadas que existen y los eventos y oportunidades por ellas generadas funcionando como un “*centro de referencia*”. Es decir, cumplir una función de *Red de Redes*. El desarrollo de proyectos específicos y el acceso a información especializada se hace a través de las redes especializadas. Es importante distinguir entre los dos tipos de funciones.

Por último, para aprovechar la potencialidad de la “diáspora colombiana” debe resaltarse la *importancia de integrar a otros actores sociales* además de los científicos. La Red Caldas se limitó a la “*diáspora científica*”, siendo éste un componente muy importante de los colombianos en el exterior. Otros países han desarrollado con éxito una política para aprovechar su diáspora tecnológica y empresarial, que incluye empresarios, ingenieros en firmas consultoras, técnicos y otros profesionales que pueden suministrar información muy válida sobre otros factores igualmente importantes (v.gr. los programas de países como India y Egipto han prestado especial atención a estos otros actores sociales). Esto se refiere a información sobre proyectos empresariales, desarrollos tecnológicos e innovaciones importantes que empresas están introduciendo o adoptando, y acceso al conocimiento que multinacionales o empresas importantes de otros países tienen. Esta “*inteligencia tecno-económica*” que dichos actores sociales pueden aportar desempeña un papel muy importante en un tipo de redes diferentes: las *redes de innovación*. Estas últimas cobran especial importancia cuando en el modelo de centros de desarrollo tecnológico (CDTs) que se adoptó en 1995-1996 se optó por centros sectoriales más pequeños que dependen de redes de conocimiento para suministrar adecuadamente servicios tecnológicos a la industria. Los centros tecnológicos en la industria de alimentos, en metalmecánica y en otros sectores de la producción pueden aprovechar la diáspora colombiana como fuente de información. El programa que el SENA adelanta de *internacionalización* de esta entidad y de desarrollo de *redes de expertos en campos tecnológicos* puede desempeñar un muy importante papel en este proceso.

El Programa de Diplomacia Científica que COLCIENCIAS, el Ministerio de Relaciones Exteriores y la comunidad científica colombiana están discutiendo podría integrar muchos de estos elementos. Los *Agregados Científicos* que se están proponiendo, apoyados por mecanismos en diferentes países similares a los *Nodos* que existieron en la Red Caldas, sobretodo los más recientes que integraron nuevos elementos como el de los “colombianistas”, empresarios y otros actores sociales, podrían constituir una Red General a nivel global que cumpla una función similar a la descrita arriba para el marco general. Además de facilitar acuerdos específicos de colaboración inter-institucional entre universidades o centros de investigación, podrían así mismo desempeñar una función de “*Red de Redes*” al suministrar información sobre las *Redes Especializadas* que son las que tienen una mayor capacidad para concretar proyectos cooperativos, facilitar acceso a conocimiento especializado y desarrollar otras funciones de transferencia efectiva de conocimientos y de tecnología.

Anexo 1

Algunos casos de Cooperación Gestionados por los Nodos de la Red Caldas

En este Anexo se presenta información más detallada sobre algunos de los programas más exitosos de la Red Caldas que involucraron a los Nodos de Bélgica, Francia, España, Suiza, Gran Bretaña, México y Washington. Evidentemente no cubre todas las actividades desarrolladas por estos y otros Nodos. Refleja una selección de casos para tipificar la forma como operó la Red Caldas.

1. Nodo de Bélgica (ASBL), Nodo de Francia y Nodo de España

1.1. El Caso de la Red de Catálisis

Estos tres Nodos han jugado un papel preponderante en diferentes momentos de la creación y fortalecimiento de la Red de Catálisis de Colombia, que fue promovida a partir del I Simposio Colombiano de Catálisis en 1986 en el que participaron las Universidades Nacional, de Antioquia, UIS y Valle, así como ECOPETROL, el Instituto Colombiano de Petróleo ICP y COLCIENCIAS. A partir de este Simposio y durante los siguientes nueve años se promovió el intercambio de investigadores entre Colombia, Bélgica, Argentina y Brasil y se realizaron cinco doctorados y dos postdoctorados en la Universidad Católica de Lovaina, en Bélgica.

Con la coordinación en Europa del Nodo de Bélgica, la participación de los Nodos de Francia y España de la Red Caldas y la financiación de COLCIENCIAS se celebró en Bogotá el "*Encuentro Iberolatinoamérica-Europa de Catálisis*" en Abril de 1995, en el que participaron científicos europeos de laboratorios de Bélgica, Francia e Inglaterra como la UCL, el Instituto de Petroquímica de Gant, la Universidad de Poitiers, la Universidad de Nottingham y el Programa CYTED de catalizadores; por Latinoamérica participaron investigadores de la UCV y del IVIC de Venezuela, Investigadores de Brasil, y del IMP de México, además de la Red de Catálisis de Colombia. Al encuentro también asistieron representantes de agencias internacionales de financiación como el BID, la UE y la OEI. En el encuentro se detectó cierto grado de duplicidad en las actividades de varios centros y se recomendó la necesidad de establecer mecanismos que permitieran complementar sus trabajos.

La Red de Catálisis de Colombia realizó otros Simposios de catálisis en 1987, 1989 y en 1997. Así mismo participó en forma creciente como ponente en los Simposios Iberoamericanos de catálisis en 1990 en Rio de Janeiro con una ponencia, en Segovia (1992) con cuatro ponencias y como sede del XVI simposio en Cartagena (1998) con más de cuarenta investigaciones.

Uno de los resultados del Encuentro Iberolatinoamérica-Europa de Catálisis fue la identificación y establecimiento de Líneas de Investigación concordantes con las prioridades estratégicas del desarrollo nacional:

- Catálisis ambiental que evolucionó hacia una integración de la cooperación científica con Bélgica.
- Catálisis Computacional que pasó a integrarse en el programa de Catálisis Computacional de CYTED.
- Se dieron los primeros pasos para establecer la línea de investigación en valorización catalítica de aceite de palma.
- Se estableció el plan de apoyo a temas de interés para ICP-ECOPETROL en el desarrollo de catalizadores de Hidrotratamiento; este plan fue ejecutado en la UIS.

Como consecuencia de este mismo encuentro se establecieron programas de intercambio y de formación de científicos con las Universidades de Poitiers y Marsella en Francia y la UCL de Bélgica. Los proyectos con cooperación europea comenzaron a ser financiados por COLCIENCIAS, ECOSNORD y PCPC desde 1997. A partir del encuentro y dentro de la dinámica de la Red de Catálisis de Colombia se produjo un intercambio apreciable de información y resultados entre los grupos participantes. Se destaca que después del encuentro se realizaron alrededor de diez pasantías de investigación en laboratorios de Bélgica, Francia y España.

Progresivamente se ha dado el fortalecimiento de otras Redes temáticas ya existentes, como la Red en catálisis computacional y la Red en catálisis ambiental, así como los Programas de Cooperación Posgraduada (PCP) en Catálisis y Gas Natural y Valorización de Asfaltos, patrocinados por el gobierno francés. Esto originó otras dinámicas de pasantías y proyectos con las mismas entidades, algunas de las cuales aún persisten.

Se llegó a un acuerdo con el ICP sobre las plantas piloto para catálisis y grupos de investigación que estarían en capacidad de diseñarlas y desarrollarlas y se construyó una planta piloto para catálisis en el ICP bajo estos criterios.

En la última reunión del grupo en agosto de 2003 se identificaron los grupos de investigación vigentes en el país y sus líneas de investigación, así:

- Universidad de Antioquia: Ciencia de materiales y soportes catalíticos, Catálisis Ambiental, Sólidos ácidos y Foto catálisis ambiental.
- Universidad del Valle: Hidrogenación Catalítica en fase homogénea.
- Universidad Nacional: Arcillas, soportes, catalizadores para FCC y cinética.
- Universidad del Cauca: Transformaciones catalíticas en oleoquímica.
- Universidad de Cartagena: Combustión de gas natural.
- Universidad de Pamplona: Catálisis Fermentativa.
- Universidad del Atlántico: Heterogenización de catalizadores para oxidación selectiva.
- Universidad Industrial de Santander: Química Fina, valorización de aceites vegetales, Hidrotratamiento de crudos, Foto Catálisis, Oxidación Selectiva y trans esterificación de aceites vegetales.

Existen programas de doctorado en las universidades Nacional, de Antioquia e Industrial de Santander. En todos ellos las líneas de investigación en catálisis constituyen la base de formación de personal científico colombiano especialmente dentro de los programas de Química e Ingeniería Química.

1.2. El Caso de Automatización Industrial

El Nodo de Bélgica también ha participado activamente en el convenio entre la Universidad del Tolima y las Universidades de Gent y Lovaina en el área de Automatización Industrial. Además de los intercambios de investigadores entre las instituciones colombiana y europeas y su Especialización, de este convenio ha surgido la Maestría en Automatización Industrial en la Universidad del Tolima, con cuatro líneas de investigación claramente establecidas: a) Redes Neuronales; b) Control activo y predictivo; c) Control Agroindustrial; y d) Sistemas Expertos.

1.3. Otras Actividades del Nodo de Bélgica

Adicionalmente, el Nodo de Bélgica de la Red Caldas ha participado e impulsado los siguientes proyectos:

- a) PROYECTO “ALURE” – Subproyecto CALIDAD DEL SERVICIO en el sector energético, con participación de tres empresas de Bélgica (Tractebel Energy Engineering y Electrabel, Laborelec) y de las Empresas Públicas de Medellín (EE.PP.MM.). Ejecutado entre 1998 y 1999, permitió el análisis a profundidad de tres temas de interés estratégico para la empresa nacional:

- Sistema de información de la confiabilidad del servicio
- Normas y regulaciones para la calidad del servicio
- Programas de proyección de la imagen de las EE.PP.MM. y de sensibilización de los clientes.

Con participación de especialistas de las empresas involucradas, se realizó una charla técnica sobre la implementación de la Norma ISO9002 y se organizó una conferencia en el cuadro de la XXXIII Reunión de Altos Ejecutivos CIER-98.

- b) PROGRAMA PNUD – IMPACTO AMBIENTAL 2000-2001: Proyecto del sector energético realizado entre la empresa belga Tractebel Development Engineering y el Ministerio de Minas y Energía de Colombia. El trabajo conjunto de los participantes permitió la realización de un modelo para evaluar el impacto ambiental de las inversiones en el sector eléctrico en Colombia. Adicionalmente, se organizó la visita de una delegación sectorial Colombiana a diferentes centrales en Bélgica. Este proyecto, fue presentado y obtuvo el Premio «*Suez Innovation Award*» en el año 2002.
- c) Más recientemente el Nodo Bélgica ha participado en el lanzamiento del Proyecto “BIOMASA” 2003 en el sector de generación eléctrica, entre la empresa de Bélgica ELECTRABEL y la Universidad de Ibagué. El objetivo del proyecto es la busca de fuentes de energía renovable y entre ellas, la biomasa representa una oportunidad interesante y en pleno desarrollo. La demanda es grande: hasta 900.000 toneladas al año. Entre otros tipos de biomasa, los «pellets», en particular a partir de la cascarilla de café, representan una posibilidad para Colombia. La investigación en este campo fue iniciada en la Universidad de Ibagué y a la fecha están próximos a ser publicados los primeros resultados.

2. **Nodo de Suiza: La Asociación de Investigadores Colombianos en Suiza (ACIS)**

El hecho de que el Nodo de Suiza de la Red Caldas se haya constituido a partir de una Asociación preexistente puede explicar en parte la cantidad considerable de iniciativas de cooperación surgidas de él, así como la continuidad de ellas luego del declino de la Red Caldas. Esas actividades se han concentrado en tres programas de cooperación en las siguientes áreas: a) Indicadores y Análisis en Medio Ambiente, b) Enfermedades Tropicales y (c) Inteligencia Computacional. En los tres casos se ha privilegiado el esquema de convenios bilaterales entre instituciones suizas y colombianas de investigación para la ejecución de proyectos específicos. A continuación se presenta una descripción muy breve de las principales actividades realizadas en estas tres áreas.

2.1. **El Caso de Indicadores y Análisis en Medio Ambiente**

En este caso se desarrollaron siete proyectos interrelacionados entre sí que gradualmente constituyeron un programa de investigación en este campo. Además de los resultados de cada proyecto se generó un aporte importante en términos de capacitación de recursos humanos y de desarrollo institucional. Este programa se concentró alrededor de la Universidad del Valle, un grupo de instituciones en Boyacá, la Universidad Surcolombiana de Huila y el ICP. Por parte de Suiza participaron sobretodo EPFL e ISTE. Los proyectos realizados fueron los siguientes (para cada uno se mencionan los participantes y los objetivos; cuando hay información se hace referencia al uso de los resultados de la investigación):

- a) *Establecimiento de un Sistema Demostrativo de Manejo de la calidad de aire en Sogamoso, Colombia:* Participan: CorpoBoyacá, Alcaldía de Sogamoso, Fundación Universitaria de Boyacá, Uniandes, EPFL e ISTE. Objetivo: Desarrollar un Sistema demostrativo de manejo de calidad de aire. Entre 1999 y 2002 se capacitaron 10 profesionales en técnicas de medición y simulación de contaminación del aire, se construyó y mantuvo en operación una red de monitoreo de cuatro estaciones y se desarrollaron campañas intensivas de medición en el campo. Se inició el proceso de adaptación de escalas y modelos a las condiciones del Valle de Sogamoso para que los cálculos hechos con el modelo validado puedan servir de apoyo para la toma de decisiones sobre planificación urbana e industrial.
- b) *Impactos ambientales de la exploración y producción de hidrocarburos:* Participan: Universidad Surcolombiana del Huila, ICP, EPFL e ISTE. Objetivo: Desarrollar un sistema de indicadores ecológicos (EIS) para medir el impacto ambiental de exploración y perforación petroleras. El proyecto surge de un convenio entre el ICP y el EPFL para dar continuidad a un trabajo de investigación iniciado en 1999 sobre indicadores de impacto en la calidad del paisaje de las actividades petroleras. Entre 2001 y 2003 se han realizado dos talleres en Colombia, y se produjeron tres publicaciones. La versión preliminar del sistema fue presentada al Ministerio del Medio Ambiente y se programó la toma de datos del agua de los ríos en la zona de influencia de las exploraciones petroleras.

- c) *Medición y control de la contaminación atmosférica:* Participan: COLCIENCIAS, Univalle, Corporación BIOTEC, ASOGRAVAS y EPFL. Objetivo: Avanzar en la identificación de las necesidades del medio colombiano en relación con la medición y control de la contaminación atmosférica. Entre 1997 y 1999 se ha desarrollado investigación en nuevas técnicas de medición de la contaminación troposfera y en técnicas de tratamiento biológico de contaminantes gaseosos de origen industrial. Se han iniciado dos Doctorados, se han realizado tres pasantías y se han producido seis publicaciones.
- d) *Tratamiento de contaminantes tóxicos contenidos en las aguas servidas industriales: Tecnologías limpias y sistemas de tratamiento:* Participan: COLCIENCIAS, Univalle, CINARA, EPFL y Confederación Suiza. Objetivo: Tiene por objetivo degradar contaminantes orgánicos por diferentes vías (fotoquímica, electroquímica, catálisis, etc.) . Entre 1993 y 1998 se realizaron tres pasantías (Colombia, Bélgica, España) y siete cursos y seminarios en Cali y Pereira
- e) *Análisis de contaminantes químicos (sustancias orgánicas y metálicas) en diferentes fuentes ambientales agua, aire y suelos:* Participan: COLCIENCIAS, Univalle y EPFL. Objetivo: Tiene por objetivo identificar las diferentes sustancias químicas a los cuales la población esta expuesta e identificar su origen: Natural o antrópico. Entre 1996 y 1998 realizó tres cursos internacionales, dos pasantías y produjo tres publicaciones en revistas científicas: Environ. Anal. Chem y Environ. Sci. Technol.
- f) *Transferencia de tecnología para la potabilización de agua y para el tratamiento de agua residual de pequeñas comunidades:* Participan: CINARA, Univalle, EPFL e Ingenieros del Mundo. Objetivo: Multiplicar los intercambios en los dominios de formación y de investigación en esta área. Entre 1996 y 1999 se realizaron 7 pasantías y se produjeron dos publicaciones.
- g) *Aplicación de los Sistemas de información geográfica -SIG en proyectos de Medio ambiente:* Participan: Univalle y EPFL. Objetivo: Desarrollar cursos de actualización, fortalecer el intercambio entre instituciones y promover encuentros especializados. Ha desarrollado un Simposio, unas Jornadas Técnicas (1997, 1995) y un proyecto de Doctorado (1999).

2.2. El Caso de Enfermedades Tropicales:

En el caso de enfermedades tropicales se desarrolló un esfuerzo similar, aunque con un número menor de proyectos. Estos proyectos se concentraron en la Universidad del Valle y en el Instituto de Inmunología en Bogotá. Por parte de Suiza participaron la Universidad de Lausanne y otras instituciones de salud de Suiza e Italia. Los proyectos realizados fueron los siguientes:

- a) *Estudio de la respuesta inmune a malaria en habitantes de la Costa Pacífica Colombiana:* Participan: Univalle, Universidad de Lausana, COLCIENCIAS, Organización Mundial de la Salud y Comunidad Económica Europea. Objetivo: Análisis

de la interacción entre la molécula HLA-A*0201 del Complejo Mayor de Histocompatibilidad y epítopes citotóxicos derivados de la proteína Circumsporozoito de *Plasmodium falciparum*. Entre 1994 y 1999 se realizaron 6 pasantías y se hicieron 7 publicaciones.

- b) *Desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas contra la infección por Helicobacter pylori*: Participan: Hospital Universitario del Valle, Univalle, Universidad de Lausana, COLCIENCIAS y Fondo Nacional de Suiza. Objetivo: Explorar recientes hallazgos sobre el metabolismo bacteriano que abrirán nuevas perspectivas de control de la infección tanto inmunológico como farmacológico. Entre 1997 y 1998 se realizaron los trabajos de investigación, se produjo una publicación y los resultados fueron nominados dentro del *Young Scientist Award* en el grupo de estudio de *Helicobacter pylori*.
- c) *Caracterización molecular del Complejo Mayor de Histocompatibilidad (HLA) de clase I en colombianos de diferente origen étnico*: Participan: Instituto de Inmunología Univalle, Instituto para Investigación del Cáncer en Lausana y el Instituto H.S. Raffaele en Milán. Objetivos: Tipificación molecular y Análisis de alelos. Entre 1997 y 1999 se produjeron dos publicaciones.
- d) *Identificación de factores genéticos responsables de la susceptibilidad del huésped a la infección por patógenos intracelulares*: Participan: Instituto de Inmunología de Bogotá, Universidad de Lausana, Hospital Universitario de Lausana y COLCIENCIAS. Objetivo: (i) establecer si conceptos considerados como *bona fide* en materia de susceptibilidad del huésped a estas infecciones y que han sido acuñados en modelos de infección en animales, son aplicables al humano; y (ii) el diseñar un modelo *in vitro* que permita identificar rasgos genéticos cuya identificación permita detectar personas susceptibles dentro de la población sana a riesgo. Entre 1998 y 1999 se realizó una pasantía y se produjo una publicación.

2.3. El Caso de la Red Colombiana de Inteligencia Computacional (CIC):

En el área de informática la cooperación con el Nodo Suiza ha permitido el establecimiento de la *Red Colombiana de Inteligencia Computacional (CIC)*. La red tuvo sus orígenes en la creación del Grupo GI3 en la EPFL en 1997, al que rápidamente se incorporaron grupos de Universidades Colombianas. Hacia 1999 ya se habían establecido en Colombia Grupos de Investigación en Inteligencia Computacional y finalmente en marzo de 2000 con los participantes al curso sobre *Evolutionary Fuzzy Modeling* se conforma la *Red-CIC*, formalizando los vínculos con las Universidades mencionadas y con Nodos en Suiza, Bélgica, México y España. Los **objetivos de la Red** son:

- Fortalecer el trabajo académico y aplicado en las áreas de Inteligencia Computacional y Sistemas Bioinspirados a través de:
 - Eventos y cursos en el área
 - Proposición de trabajos de pregrado y postgrado (especialización, maestría y doctorado)
- Asesoría directa a la industria y consecución de asesores externos
- Ubicación de pares, contrastación académica, etc.

- Establecer y fortalecer lazos de colaboración entre investigadores en el exterior e investigadores en Colombia
- Promover la utilización de las áreas objeto de la Red CIC en aplicaciones específicas en Colombia y fortalecer la imagen de la universidad como generadora de soluciones.

Participan de la RedCIC: Universidades del Sinú, Magdalena, Nacional de Medellín, los Andes, Distrital, Nacional de Bogotá, Cauca, Valle, Javeriana de Cali, Autónoma de Occidente, Escuela Politécnica Federal de Lausana, EPFL, Instituto de Sistemas Informáticos y Multimedia (ISIM) y Laboratorio de Sistemas Lógicos (LSL).

Desde 1997 se han organizado 17 cursos o seminarios en Colombia, uno de ellos internacional, con participación de personal de la EPFL.

3. **Nodo de Gran Bretaña: El Caso del Sector Salud**

La actividad de cooperación dinamizada por el Nodo de Gran Bretaña estuvo concentrada en el área de la salud. Dentro de los diversos proyectos que se ejecutaron, puede citarse el caso de cooperación con la Escuela Londinense de Higiene y Medicina Tropical, LSHTM. En 1996 COLCIENCIAS abrió una convocatoria para investigadores interesados en establecer propuestas de investigación conjunta con pares en el Reino Unido. La Asociación Colombiana de Salud (ASSALUD) presentó una propuesta orientada a “*Analizar el tránsito de los Hospitales Públicos hacia Empresas Sociales del Estado*”, de acuerdo con el mandato de la ley 100 de 1993. Con financiamiento de COLCIENCIAS se organizó una visita al LSHTM en la que se definió la formulación final del proyecto en el que participaron además profesionales de la Universidad del Bosque y de la Unidad de Epidemiología de la Universidad Javeriana en Bogotá. El proyecto fue cofinanciado por COLCIENCIAS, la OMS y la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá. Como seguimiento a este proyecto se produjo una publicación conjunta y se está buscando financiación para el desarrollo de una segunda fase del estudio.

4. **Nodo de México: El Caso del Instituto Interdisciplinario de las Ciencias (Universidad del Quindío)**

A partir de la creación del Laboratorio de Optoelectrónica en febrero de 1991, la Universidad del Quindío comenzó a realizar esfuerzos para consolidar un Centro de Investigación en este campo. En 1996 aprovechando la infraestructura de este laboratorio y el interés particular del Dr. Rafael Baquero del CINVESTAV de México y el estudiante en ese entonces de doctorado, Mario Rodríguez, del mismo centro y miembro del Nodo México de la Red Caldas, se propuso un proyecto para la creación de un Instituto de Física en la Universidad del Quindío. En el proyecto final quedó como *Instituto Interdisciplinario de las Ciencias* con los siguientes objetivos:

- Crear el Instituto Interdisciplinario de Ciencias
- Consolidar un programa de Maestría en Física
- Estimular la capacitación de docentes a nivel de doctorado
- Complementar las actividades e infraestructura del Laboratorio de Optoelectrónica en la Facultad de Ciencias Básicas
- Crear un Laboratorio de Fotoacústica
- Crear la carrera y doctorado de Física

Aunque los convenios interinstitucionales nunca llegaron a firmarse, la cooperación entre investigadores de las dos instituciones continuó activa y el Instituto se creó. El resultado más importante de este proyecto ha sido la creación del *Instituto Interdisciplinario de Ciencias* en la Universidad de Quindío

con una planta de doce profesionales, cinco de ellos con maestría y cuatro con doctorado. El Instituto ha elevado su capacidad a la de los mejores del país y esto le ha permitido establecer una continuada triangulación cooperativa entre la Universidad del Quindío, el grupo de Películas Delgadas del Departamento de Física de la Universidad del Valle y otros grupos a nivel nacional e internacional. Entre los productos del Instituto Interdisciplinario de Ciencias cabe destacar:

- Consolidación de un Centro de Investigación y obtención del reconocimiento como Grupo de Excelencia en las tres últimas convocatorias de COLCIENCIAS.
- Consolidación de tres líneas de investigación en:
 - Fabricación de nuevos materiales
 - Caracterización óptica de semiconductores
 - Caracterización no óptica de materiales semiconductores
- Obtención de la acreditación de la Maestría en Ciencias de los Materiales a partir de Marzo de 2001. A la fecha se han graduado dos estudiantes con tesis laureada, cuatro más están finalizando su trabajo de tesis y otros quince se encuentran en diferentes etapas de avance en su maestría.
- Formación de recursos humanos a nivel de Doctorado, tres en convenio con la Universidad del Valle.
- Pasantías e intercambio de quince profesores.
- Vinculación contractual de cinco nuevos investigadores.
- Formación de once Jóvenes investigadores y nueve Auxiliares de investigación.
- Establecimiento de Convenios de cooperación con las Universidades del Valle, Antioquia, Nacional en Colombia y el CINVESTAV en México.
- Organización de cuatro Congresos Nacionales en las áreas de Física, Materia condensada y Óptica.

Los proyectos actuales del Instituto Interdisciplinario de las Ciencias son:

- La propuesta de un doctorado en Ciencia de los Materiales; para ello se están negociando los convenios con grupos nacionales e internacionales. Se espera tener aprobado este programa para el año 2005.
- Formulación y presentación para financiación de un proyecto de Innovación Científica y Tecnológica relacionado con el estudio del Café por medio de la técnica de Fotoacústica. Las instituciones beneficiarias de este proyecto podrían ser el SENA y CENICAFE.

5. Nodo de Washington: El Caso de la Red de Estuarios

Uno de los principales programas adelantados por este Nodo fue el de la creación de la *Red de Estuarios*. Este proyecto se origina en 1995 en el marco del programa de redes temáticas de la Red Caldas. La unidad de Coordinación de la Red en Colombia es la Universidad del Valle, área de Biología Marina, y en el exterior la Universidad de Carolina del Sur, *Marine Science Programs*. Es una iniciativa encaminada a la integración de los diferentes grupos de investigación e instituciones en el país que trabajan alrededor del estudio, manejo y conservación de los ecosistemas estuarinos, zonas de manglar y sus recursos asociados. El principio fundamental de la Red es la inter-disciplinariedad y la cooperación nacional e internacional, con el fin de dar un salto del análisis descriptivo al *análisis funcional* que

permita una visión holística del ecosistema. Bajo ese marco de referencia, la iniciativa persigue los siguientes objetivos:

- Mantener un flujo de información actualizado que permita el desarrollo de áreas de investigación en el país hacia el entendimiento y caracterización de los procesos funcionales del ecosistema estuarino.
- Promover la cooperación internacional a través de la transferencia tecnológica que permita el fortalecimiento de la capacidad académica y práctica de las instituciones locales y sus investigadores.
- Contribuir al estudio y prevención de los impactos negativos de los procesos de desarrollo sobre el ecosistema estuarino y zonas de manglar a través de la educación ambiental y promoción del uso sostenido de sus recursos asociados.
- Promover la organización de encuentros y eventos científicos que permitan el intercambio de resultados y formulación de estrategias que adelanten las instituciones y miembros de la red.

Además del intercambio de información entre centros regionales relacionados con el tema, la Red realizó un *Curso Taller Internacional sobre Ecología y Manejo del Ecosistema Estuarino y Áreas de Manglar* en Mayo de 1996.