

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE MATEMATICAS Y ESTADISTICA**



**Proyecto de Investigación**  
**“El brain drain revisited a través del caso colombiano.**  
**Estudio de la red Caldas”**  
**Informe Final**

Santafé de Bogotá  
Junio de 1997

**INFORME FINAL DE INVESTIGACION**

**El *Brain drain revisited* a través del caso colombiano. Estudio de la red Caldas.**

**Grupo Universidad Nacional- ORSTOM**

**INVESTIGADORES:**

Jorge Charum, Jean-Baptiste Meyer, Alvaro Montenegro, José Granés, Bernard Schlemmer, Jacques Gaillard, Carlos Murcia, Luz Stella Parrado, Alvaro Morales, Nora Narváez-Berthelemot, Dora Bernal de Burgos, John León

**ENTIDADES FINANCIADORAS:**

ORSTOM

Universidad Nacional de Colombia

Instituto colombiano para el fomento de la educación superior, ICFES  
Colciencias

**COORDINADORES DE LA INVESTIGACIÓN**

Jorge Charum, Jean-Baptiste Meyer

Bogotá, 8 de Junio 1997

## INFORME FINAL DE INVESTIGACION

# “EL BRAIN DRAIN REVISITED A TRAVES DEL CASO COLOMBIANO. ESTUDIO DE LA RED CALDAS”

Indice	i
Presentación	1
La estructuración del informe. La presentación de los resultados	4
Introducción	6
1. Sobre la pertinencia del estudio y las orientaciones metodológicas para su realización	6
2. El contexto nacional e internacional en que emerge la propuesta de construcción de una red de investigadores en el exterior.	11
2.1 El viraje de la política científica en los años 90. De la ciencia cerrada a la apertura.	11
2.2 Las migraciones científicas internacionales hoy. Nueva problemática.	17

## Primera parte

### Observaciones preliminares

### Capítulo 1

GENERACION DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN Y CONSTRUCCION DE INDICADORES DE LAS ACUMULACIONES Y DE LAS DINAMICAS SOCIALES Y CIENTIFICAS DE LA RED CALDAS.	23
1. Lematización	26
2. Análisis de contenidos. La generación de una cartografía cognitiva	27
2.1 <i>El método de las palabras asociadas</i>	29
2.1 <i>Análisis de correspondencias</i>	33
a) Análisis de correspondencias simples	33
b) Análisis de correspondencias múltiples	34
c) Análisis de datos textuales	34
d) Análisis de clases	35
3. La recolección de la información	36
4. La interpretación	40
5. Base de publicaciones de los miembros de la red	42
5.1 <i>La sistematización de la información</i>	42
5.2 <i>Primer nivel de la información elaborada</i>	44

5.3 Segundo nivel de la información elaborada	45
5.4 Método de las palabras asociadas	47
5.5 Método de las correspondencias simples	48
6. Base de datos sobre las investigaciones.	49
7. Base de datos de entrevistas	52
8. Base de datos sobre las formaciones disciplinarias	54
9. Base de datos sobre actividades laborales	57

## Capítulo 2

GÉNESIS, CONFORMACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA RED CALDAS.	58
1. La red Caldas como red social	59
1.1 La construcción de la red	61
1.2 Las relaciones internas y externas de la red.	62
1.3 Los aprendizajes y su incorporación en la red	65
1.4 Las posiciones frente a la construcción de la red	67
1.5 Las múltiples posiciones frente a la red.	68
1.6 Características específicas y genéricas de la red Caldas	71
2. La red como red socio-técnica	73
2.1 Las acumulaciones de elementos cognitivos presentes en la red	73
2.2 Las publicaciones como indicadores de la acumulación.	76
2.3 Las actividades investigativas como indicador de las dinámicas en la red	79

## Segunda parte

Observaciones preliminares	82
----------------------------	----

## Capítulo 3

LAS POTENCIALIDADES Y LIMITACIONES DE LA RED CALDAS DE INVESTIGADORES COLOMBIANOS EN EL EXTERIOR: LOS PROYECTOS INTERNACIONALES CONJUNTOS. UN ESTUDIO DE CASOS	84
1. El Proyecto BIO-2000	85
1.1. La gestación	85
1.2. La construcción de los acuerdos	88

2. Proyecto de automática entre Universidad del Valle-Grupo de Automatización y la Universidad de Evry Val D'Essone (Francia)	91
<i>Gestación y desarrollo del proyecto</i>	91
3. Una mirada comparativa a la lógica interna de los dos proyectos.	95
4. Conclusiones	95

## Capítulo 4

INTERNET Y LA GLOBALIZACIÓN DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA NACIONAL. UN ESTUDIO EMPÍRICO	97
Introducción	97
1. Evolución de la participación en la lista	98
1.1 <i>El crecimiento exponencial.</i>	98
1.2 <i>La lista evolutiva y relativamente estable</i>	99
1.3 <i>Participación creciente de la comunidad científica en Colombia</i>	101
1.4 <i>La dispersión geográfica e institucional de los miembros de la lista</i>	102
2. Actividad e intensidad emisoras	103
2.1 Crecimiento masivo del número de emisiones.	104
2.2 Actividad emisora polarizada	104
a) <i>Personas emisoras</i>	104
b) <i>Instituciones emisoras</i>	106
c) <i>Colombia: centro emisor</i>	107
3. El contenido de la comunicación	108
3.1 Comunicación académica sostenida y de carácter nacional	108
a) <i>Idiomas de comunicación</i>	108
b) <i>Longitud de los mensajes</i>	109
3.2 Uso instrumental mucho más que social	111
a) <i>Las grandes categorías de mensajes</i>	111
b) <i>Categorías de uso de los mensajes</i>	112
3.3 Dispersión semántica de los mensajes	114
4. El trabajo científico a través de la red electrónica	115

4.1 Selectividad implícita de la comunicación.	115
4.2 Comparación temática entre la actividad de la red electrónica y la de la comunidad científica colombiana local	116

## Capítulo 5

TRAYECTORIA LABORAL EN LA RED CALDAS	121
Introducción	121
1. El caso colombiano	123
2. Las trayectorias migratorias	124
3. Las trayectorias laborales de colombianos en el exterior	125
4. Una microsociología de la red Caldas	131
5. La certidumbre del regreso	133
6. La Red científica residente en el exterior.	135

## Capítulo 6

INDICADORES CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS SOBRE LA ESTRUCTURA Y LAS ACUMULACIONES DE LA RED CALDAS	137
1. Datos generales sobre la encuesta Redes Colombia	140
2. Indicadores sociodemográficos de la red Caldas	155
3. Indicadores sobre la producción bibliográfica en la red Caldas	161
4. Indicadores de campos y áreas de investigación	176
5. Indicadores de formación y diferenciación disciplinaria	190

Conclusiones	208
--------------	-----

Anexo A	216
---------	-----

Anexo B	231
---------	-----

Bibliografía	237
--------------	-----

## **INFORME FINAL DE INVESTIGACION**

### **“EL BRAIN DRAIN REVISITED A TRAVES DEL CASO COLOMBIANO. ESTUDIO DE LA RED CALDAS”**

#### **Presentación**

Este estudio se realizó dentro del marco de un convenio de cooperación internacional entre la Universidad Nacional de Colombia y el Instituto para la investigación científica para el desarrollo en cooperación, ORSTOM y de un convenio particular entre el departamento de matemáticas y estadística y el ORSTOM.

Para su desarrollo recibió financiación parcial del Instituto colombiano para el fomento de la educación superior, según contrato 2932 entre la Universidad Nacional de Colombia y el ICFES, por un valor de 7 millones y de Colciencias, por valor de 20 millones de pesos. Se suscribió, además, el convenio 3103/95 entre el Icfes y la Universidad Nacional de Colombia para la realización del estudio “Perspectivas de análisis de la actividad científica dentro del modelo de la diáspora : el caso de la Red Caldas”, para el cual se recibió financiación del ICFES por la suma de 17 millones. Esta última investigación está estrechamente vinculada al proyecto principal. El Cindec aportó, a través del proyecto “Construcción de una infraestructura informática de comunicación y tratamiento de datos de apoyo a los proyectos desarrollados en el marco del convenio suscrito entre el ORSTOM y el departamento de matemáticas y estadística” Cod. 803390 los equipos que permitieron asegurar las comunicaciones internacionales, esenciales para responder a las exigencias de la investigación. La Universidad Nacional financió, además, la participación de los investigadores Jorge Charum, Alvaro Montenegro, ambos del Departamento de Matemáticas y Estadística y José Granes y Dora Bernal de Burgos del departamento de física. Jean Baptiste Meyer, Jacques Gaillard y Bernard Schlemmer, investigadores del ORSTOM, el primero con sede en Bogotá y los otros dos con sede en Washington y París y Nora Narváez-Berthelemot, investigadora independiente con sede en México formaron parte del equipo investigador y la financiación para su participación corrió a cargo de esa institución. Alvaro Morales, profesor de la Universidad del Valle, hizo parte del grupo

investigador al igual que, en tanto que investigadores externos, Carlos Murcia y Luz Stella Parrado y John Alejandro León como asistente de investigación. La coordinación general del proyecto estuvo a cargo de Jorge Charum y Jean-Baptiste Meyer.

Para la realización del estudio se dispuso de las instalaciones de la Hemeroteca universitaria nacional según estaba previsto en el convenio Universidad Nacional-ICFES.

El estudio se inició en Septiembre de 1993. La recolección de la información se hizo durante 1994 y 1995. Todo el año 1996 estuvo dedicado al procesamiento y a la interpretación de la información recogida.

La recolección de datos se hizo a través de una encuesta internacional dirigida a todos los miembros identificados, de entrevistas realizadas, en once países, a miembros de la red Caldas, a funcionarios de Colciencias y a técnicos que participaron en la creación de la R-Caldas, la red de comunicación por vía electrónica. Además, se realizó un seguimiento de las comunicaciones a través de la red Caldas, y de la evolución de proyectos generados por las asociaciones entre actores de la red.

Para la estructuración de la presentación de resultados debidos a las múltiples orientaciones metodológicas adoptadas en este estudio se han considerado dos perspectivas complementarias de análisis que permiten la ubicación de cada una de las contribuciones de los estudios particulares realizados. La primera consiste en considerar los niveles micro y macro del análisis general y señala los niveles de agregación y de estructuración de la información. En efecto, las opciones metodológicas adoptadas permitieron recoger la información básica en una relación individualizada, como es el caso de las entrevistas o puntual, como en el caso de las publicaciones de cada uno de los miembros, o de las temáticas de investigación que fueron descritas por quienes contestaron la encuesta. La estructuración de esta información básica permite la construcción de una información agregada que considera, en un nivel macro, las temáticas generales, las acumulaciones y las tendencias presentes en la totalidad de la diáspora. Por otra parte, la segunda perspectiva permite la ubicación de las dos dimensiones presentes en la red: a) la dimensión social por la que es posible dar cuenta de las acciones directas entre los diferentes actores sociales que actúan por la construcción de una infraestructura social que haga posible el despliegue de sus acciones e interacciones. Se trata, entonces, del tejido social que se constituye como la



disposición de normas implícitas y regulaciones explícitas que hacen previsible el comportamiento de los otros miembros, permitiendo así ordenar las acciones e interacciones directas entre los asociados; b) la dimensión sociotécnica por la que es posible establecer las características de los diferentes elementos cognitivos y técnicos, las acumulaciones en saberes y en formaciones, las orientaciones investigativas, las temáticas globales de las publicaciones que constituyen la densidad de las acumulaciones disponibles para el despliegue de las acciones, mediadas por estos elementos, entre los diferentes actores, acciones e interacciones que están orientadas por sus intereses específicos en las áreas que son de su interés. Se trata, en este caso de las relaciones indirectas entre actores, que pueden estar en lugares distantes en el tiempo y en el espacio pero que encuentran en esos elementos presentes las mediaciones para su interacción. El capítulo segundo del informe muestra ya cómo estas perspectivas de análisis están presentes cuando se considera la génesis y la consolidación de la red.

En la Tabla 1, tabla de doble entrada se muestra la posición que ocupan, con base en las perspectivas de análisis adoptadas, los trabajos y los estudios particulares realizados y los resultados alcanzados. Por otra parte, la presentación de los resultados derivados del análisis de la encuesta Redes Colombia se presenta en una segunda parte de este informe. Sin embargo, la información básica permitió realizar otros estudios particulares que se encuentran en la Tabla 1, sobre las trayectorias laborales y las temáticas investigativas en la red.

**Tabla 1**  
**Perspectivas de análisis y ubicación de los estudios particulares**

	<b>Dimensión social</b>	<b>Dimensión sociotécnica</b>
<b>Nivel micro del análisis</b>	Observación participante Entrevistas	Dinámica de los proyectos de investigación
<b>Nivel macro del análisis</b>	Sociología de la comunicación electrónica Trayectorias laborales	Análisis de las publicaciones en la diáspora Análisis de las temáticas investigativas Perfiles disciplinarios

Así, por ejemplo, la presentación de las bases de datos de las publicaciones de la diáspora colombiana, de las temáticas de investigación, de las formaciones y de las entrevistas participan del nivel macro de agregación y permiten mostrar cuatro de los elementos de la infraestructura sociotécnica de la red, tópico tratado inicialmente en la primera parte del informe. El estudio de las dinámicas en la construcción de dos proyectos de investigación que movilizan a múltiples actores, científicos y no científicos encuentra su lugar en el cruce del nivel micro con la dimensión sociotécnica de la red, así como el análisis de la comunicación a través de la lista R-Caldas, ambos presentados en la segunda parte. Este último estudio, que crea los elementos de una sociología de la comunicación a través de los medios informatizadas, encuentra su lugar en el nivel micro y en la dimensión social del estudio. Estos resultados corresponden a la presentación de facetas múltiples y complementarias del objeto de estudio. Permiten mostrar la riqueza de las características y de las cualidades debidas a las asociaciones y a los aportes explícitos e implícitos de los miembros de la diáspora.

#### **La estructuración del informe. La presentación de los resultados.**

La estructuración del informe final se ha hecho a través de capítulos que están precedidos de una presentación general y una introducción en donde se hacen consideraciones sobre la pertinencia del estudio, sobre las orientaciones metodológicas y sobre el contexto nacional en que aparece la idea de la constitución de la red Caldas, y sobre la posición que ocupa esta idea dentro de las discusiones con respecto a propuestas análogas en el campo internacional, sobre todo de las relacionadas con las migraciones científicas internacionales y el paso del *brain drain* al *brain gain*. El primer capítulo está dedicado a la presentación de las diversas formas de recolectar, procesar y producir la información y el diseño y la construcción de un sistema de información sobre la red. El segundo capítulo trata de la génesis y la consolidación de la red. Las nociones de red social y red sociotécnica permiten mostrar cómo se van constituyendo las relaciones entre los miembros de la colectividad y señala las acumulaciones que permiten anudar los vínculos tendientes a la producción en el campo de la ciencia y la tecnología. La segunda parte, está dedicada a la presentación de los principales resultados alcanzados a través de estudios particulares sobre dinámicas

características específicas de la red Caldas: a ) los procesos concretos de constitución de las relaciones en la elaboración de dos proyectos debidos a asociaciones generadas por miembros de la red (Capítulo 3) ; b) los resultados del seguimiento de la comunicación a través de la lista de correo electrónico, R-Caldas (Capítulo 4); c) la reconstrucción de las trayectorias laborales presentes en la red y la caracterización de los tipos de actividad que tienen sus miembros (Capítulo 5). En el Capítulo 6 se presenta la información estadística y se explicitan los resultados de los análisis realizados. Este capítulo ha sido concebido como una unidad autocontenida que permite alcanzar una comprensión articulada de los niveles del análisis y de las dimensiones social y sociotécnica de la red Caldas. Para su estructuración se ha tenido en mente un usuario interesado por los resultados y que puede tomar decisiones a partir de ellos. Sin embargo, la presentación de los métodos de análisis utilizados, de las pruebas de validez de la muestra utilizada, de las formas de elaboración de la información consignada se hace a través de comentarios en los lugares convenientes. Las conclusiones derivadas del estudio son presentadas al final del informe.

Hace parte de este informe también un anexo, de orden más metodológico, que está dedicado a la presentación del método estadístico de las correspondencias simples, el que ha sido ampliamente utilizado para realizar los análisis de los diferentes corpus de informaciones. Se trata de un método de tratamiento de datos textuales cuyo uso se constituye en un aporte en la generación de indicadores sobre la ciencia y la tecnología.

## **Introducción**

### **1. SOBRE LA PERTINENCIA DEL ESTUDIO Y LAS ORIENTACIONES METODOLÓGICAS PARA SU REALIZACIÓN.**

El estudio sobre la red Caldas, fue emprendido a partir de consideraciones sobre su importancia en tanto que nueva opción para considerar la migración de intelectuales de un país en desarrollo. La articulación de los intereses a) del Icfes, institución estatal que tiene como una de sus misiones el fomento de las de las capacidades científicas e investigativas en la educación superior, b) de Colciencias, institución estatal que tiene a su cargo la generación de las políticas nacionales en el campo de la ciencia y la tecnología y que decidió la constitución oficial de la red Caldas en Noviembre de 1991, c) del grupo Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad Nacional, interesado en estudiar las dinámicas de las asociaciones entre los diferentes actores sociales en la producción científica y d) del Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación, ORSTOM, interesado en las relaciones entre las migraciones y la cooperación científica estuvieron en la base de la elaboración y el desarrollo del estudio “El brain drain revisited a través del caso colombiano. Estudio de la red Caldas”.

Las consideraciones sobre la pertinencia del estudio estuvieron acompañadas de discusiones sobre las orientaciones metodológicas adoptadas y sobre todo por las implicaciones que sobre el objeto de estudio podía tener la opción por una observación participante por parte de los miembros del equipo en el interior de la red y en algunos nodos privilegiados. Se debía, entonces, considerar la relación entre los observadores, los medios que permiten la observación y el objeto observado debido a las formas de trabajo adoptadas en el desarrollo de la investigación. Esto dio lugar a intensas discusiones sobre la noción de reflexividad y su relación con los estudios sociales de la ciencia, dominio en que se ubica esta investigación. Estas discusiones cuentan ya con una cierta tradición. En forma somera y general se trata de, según la fórmula de Bourdieu, “objetivar a quien objetiva”: el investigador progresivamente va construyendo el objeto de su investigación, lo especifica, establece sus propiedades y las relaciones entre ellas. Este proceso se alimenta, entre otras

cosas, de las opciones teóricas que delimitan y filtran las concepciones derivadas del conocimiento común y lleva a enunciar proposiciones, a definir elementos, a establecer divisiones y jerarquías, en suma a codificar el objeto de estudio bajo la pretensión de que los resultados de estas acciones devengan conocimientos socialmente aceptados. Proceso, entonces, de objetivación por parte del observador.

Pero, ¿no se debería igualmente objetivar, es decir, volver explícito el curso de la construcción, mostrar la validez de las opciones, grandes y pequeñas, que en toda dinámica investigativa se toman para hacer avanzar el proceso? ¿No se debería adoptar una actitud reflexiva que permita al investigador, junto al análisis del producto, tomar al instrumento de análisis como objeto por analizar, para que el producto objetivado muestre las trazas legibles de la operación de construcción del objeto, las perspectivas (teóricas, prácticas) que han sido puestas en operación para ello, el sistema de categorías de la percepción que han producido el objeto del análisis? Objetivación de lo que es puesto en operación para objetivar, entonces.

El giro de la sociología de la ciencia a la sociología del conocimiento científico, con su énfasis en los estudios empíricos ha tenido que enfrentar críticas desde diferentes perspectivas. ¿Cuál es la validez de las pretensiones de la objetivación del mundo social de la investigación hecho desde las ciencias sociales y realizada por quienes se encuentran en calidad de observadores? Se reencuentra así, trasladada al campo de los estudios sociales de la ciencia, una problemática central en los estudios antropológicos y etnográficos: ¿existe un marco cultural general desde el que sea posible dar cuenta de todos los marcos particulares que son propios de las diferentes culturas? Necesidad, entonces, de la objetivación de quien objetiva.

En cuanto a la orientación, la aplicación del relativismo a las ciencias naturales debe ser así mismo aplicada a las perspectivas interpretativas que utilizan las ciencias sociales para estudiarlas: “si decimos que las proposiciones que elaboran los científicos naturales son socialmente contingentes, lo mismo se debe admitir a las proposiciones de los científicos sociales” (Hamlin, 1994). Por supuesto que el contenido en cada caso está determinado por el asunto específico de que se trate.

Nuestro interés por el problema de la reflexividad era, sin embargo, mucho más limitado. Se trataba de considerar las implicaciones que sobre los sujetos empíricos tienen las modalidades constructivas que tienden a objetivar el tema de estudio y del que ellos forman parte. Fue la necesidad de iniciar una reflexión sobre esas implicaciones prácticas lo que motivó la realización de un seminario interno y que permitió orientar algunas de las opciones de trabajo y de presentación de los resultados.

La selección de un tema de investigación está seguida de su caracterización como problema, su problematización (Hughes, 1983, p. 19), es decir, cuando las preguntas que éste suscita pueden ser respondidas, al menos es lo que se pretende, a partir de la formulación de conceptos, de nociones y de estrategias que en un primer momento sólo aparecen en la imaginación de los investigadores pero que, poco a poco, se concretan en los instrumentos diseñados y puestos en operación para lograr la objetivación del objeto de investigación. Esta objetivación es una representación que tiende a la disponibilidad, es decir, a la posibilidad de insertarse en su funcionamiento, en las actividades desplegadas y en sus orientaciones. Esto es especialmente válido cuando se tienen resultados que tienen que ver con las ciencias naturales (el carácter reproducible de los resultados, por ejemplo), con la tecnología (Hughes, 1983), pero es posible encontrar analogías para el caso de las ciencias sociales, cuando el objeto que se investiga es un grupo social (Bourdieu, 1984, *passim*).

También aquí se puede hablar, en algunos casos, de reproductibilidad del objeto (de la Red Caldas, por ejemplo) pero es importante el posicionamiento y la actividad desplegada por los actores con referencia a él. La objetivación, que es el resultado de la actividad investigativa, es una (re)construcción del objeto que pone en juego los instrumentos, es decir las mediaciones entre el investigador y la realidad social bajo estudio, y da lugar a la ubicación y calificación de sus elementos, a la definición de sus divisiones internas, a la articulación entre las partes, a la especificación de sus propiedades. Significa esto que el objeto de investigación se ha alejado de la representación primera e ingenua, que usualmente se expresa en el lenguaje común, y que se ha construido una nueva representación que señala posiciones, -jerárquicas, del tipo de compromiso que asumen en el desarrollo de sus actividades, ...- a los propios actores presentes en el objeto de investigación.

La nueva representación que resulta del trabajo de investigación, progresivamente construida, está en ruptura con la representación primera. Los referentes de estos dos tipos de discurso están separados por la distancia que introduce la ruptura y la construcción científica. Ahora bien, es por la circulación de los discursos, de los documentos producidos, de la elaboración de los instrumentos y su aplicación como se logra volver explícita esta nueva representación. Esta tiene implicaciones sobre los sujetos empíricos y, en particular, sobre su actividad. En efecto, estos pueden, desde su experiencia vivida, reconocerse, reconocer la presencia de otros, aceptar o cuestionar entonces las imágenes presentes ahora en esta nueva representación. Así, la estructuración implícita (o explícita) puesta en la objetivación lograda permite y tiende a su asimilación, a la orientación y al ordenamiento de las actividades de los sujetos empíricos según las especificaciones que se han dado a los sujetos epistémicos, es decir a los sujetos cuyas características han sido reconstruidas a partir de la atribución de propiedades generales. Esta última situación ha sido llamada efecto de teoría (Bourdieu, 1987, p. 155). La teoría permite ver las divisiones, los compromisos de esos sujetos ideales presentes en la objetivación propuesta y sirve como referencia legitimada para que los actores, aceptando esas caracterizaciones, ordenen sus reflexiones, orienten sus actividades, regulen sus asociaciones con referencia a esa objetivación. Esta situación ha sido también tematizada en la teoría del actor-red bajo la noción de traducción (Callon, 1986). En ésta no sólo se articulan intereses en presencia, sino que la articulación tiende a determinar formas de acción de los actores implicados.

Si se acepta esta reflexión sobre el proceso y sobre las implicaciones que puede tener en su evolución se debería precisar cual es el poder de la explicación que crea las adhesiones al proyecto y reordena la actividad de los diferentes sujetos. Es posible señalar algunos de los elementos que producen ese poder explicativo: a) la capacidad de establecer la forma de los diferentes elementos, que es transportable y analizable en forma centralizada y que luego es restituida a los diferentes medios y lugares de donde procede; b) la construcción de “centros de cálculo”, lugares centralizados donde se acumula y procesa la información según los conceptos y teorías puestas al servicio de la dilucidación del objeto de investigación, y que permiten actuar a distancia (Latour, 1988); c) la definición, con base en lo anterior, de lo que vincula a los diferentes actores y los medios en que despliegan su actividad, aparición

y emergencia de relaciones que anteriormente sólo tenían existencia de una manera implícita y ahora, develadas, pueden ser puestas al servicio de los intereses de los propios sujetos empíricos.

En nuestro caso, partimos de una primera explicitación de lo que es la Red propuesta a partir de políticas institucionales. Es claro que inicialmente este objeto es difuso, las relaciones entre sus miembros son vagas y las modalidades de inserción de las orientaciones políticas de Colciencias, son voluntaristas. Tienen un valor, sin embargo, de orientación pues su recepción a partir de una comprensión por parte de sus miembros crea algunos elementos de articulación local.

Nuestra opción por estudiarla da lugar al proyecto de investigación en que se establecen las orientaciones generales, se ubica el problema, y tiene por resultado la legitimación de la investigación. La progresiva especificación de la Red por la redacción del proyecto, por los primeros artículos e intervenciones públicas y, sobre todo, por la elaboración de nuestra base de datos establecida con criterios propios, por las relaciones personalizadas o por el correo electrónico con miembros y coordinadores, va dando lugar a una creciente separación de la representación que de ella tiene Colciencias, por ejemplo y los propios actores dentro de la red. Para nosotros se trata de un objeto social del que se pretende establecer sus dinámicas, etc. Lo que es más importante, la representación que se va articulando se hace no sólo a través del discurso y los documentos sino que está presente implícitamente en la encuesta hecha a todos sus miembros, en las entrevistas realizadas a los actores pues hay en ellas una noción sobre los tipos de actividad en la construcción de la red, sobre las trayectorias posibles de migración, sobre las relaciones investigativas o de trabajo de los sujetos lo que permite, por una parte, y es lo que se hace en el análisis de la encuesta, establecer tipologías, trayectorias de vida, etc. de sujetos a los que se les atribuye esas propiedades. Pero, por otra parte, la restitución de los elementos encontrados estructurados en diversos niveles de agregación posibilita una lectura interpretativa de ella por parte de los sujetos empíricos y eventualmente genera actividades y acciones en concordancia con las propiedades de los sujetos epistémicos implícitos.

Aparece así la imagen de un actor de nuevo tipo que encuentra en la representación de la red, en el conocimiento de su estructura, de sus propiedades y de las relaciones entre



ellos la posibilidad de orientar más racionalmente y de acuerdo con sus intereses sus acciones. Ahora bien, estos actores pueden estar en el dominio de la política científica nacional como es el caso del Icfes y de Colciencias, por ejemplo, o de las instituciones o ser actores más individualizados como en el caso de los grupos de investigación en campos y áreas específicos del conocimiento.

Lo anterior permitiría lanzar la hipótesis de una objetivación de la Red que está alejada de la representación primera y en donde los sujetos devienen actores a partir de las lecturas e interpretaciones que son posibles por esta objetivación. El seguimiento de los proyectos construidos por los miembros de la red permite verificar esta hipótesis. Por otra parte, por nuestra actividad de participación directa, a distancia, por medio de los instrumentos, hacemos parte de la red y devenimos actores y no sólo observadores.

## **2. EL CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL EN QUE EMERGE LA PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE INVESTIGADORES EN EL EXTERIOR.**

Dentro del viraje de la política científica de los años 90 y que se puede caracterizar como el cambio de una ciencia relativamente cerrada a su apertura, tanto social como geográfica, se constituye la red Caldas como un proyecto nacional. Este proyecto de asociación de científicos emigrados a los desarrollos de una ciencia nacional también se inserta dentro de una problemática más general que pretende comprender las migraciones científicas internacionales y la generación de políticas de recuperación de la inteligencia emigrada de los países en desarrollo para beneficio de sus países de origen, lo que se ha considerado como el cambio del Brain drain al Brain Gain.

Se presenta aquí, entonces, inicialmente la situación de la política científica nacional que da lugar a la propuesta de conformación de la red Caldas. La posición de esta propuesta dentro de las preocupaciones por comprender las características de las migraciones científicas internacionales es tratada a continuación.

**2.1 El viraje de la política científica en los años 90. De la ciencia cerrada a la apertura.** En Colombia el ejercicio de la ciencia es un fenómeno reciente. Las primeras carreras universitarias en disciplinas científicas como las matemáticas, la física, la química y la biología, fueron creadas

en los años 60. En el decenio de los 70 se constituyeron -en muchos casos con el apoyo de profesores e investigadores extranjeros- algunos programas de segundo ciclo y se organizaron los primeros grupos de investigación en las universidades. En la mayoría de los casos estos grupos se formaron por iniciativa de profesores colombianos que regresaban al país después de terminar sus estudios de doctorado en el exterior. En ese momento la política de desarrollo de la ciencia se reducía en gran parte a la asignación de algunos fondos para investigación. Dada la juventud de la ciencia en el país, no existían criterios bien definidos para establecer prioridades. Por esta razón, el espectro temático de la investigación se moldeaba espontáneamente según los intereses individuales de los investigadores. A pesar de la precariedad de los aportes de la instituciones y del gobierno, que reflejaba además la débil conciencia, por parte de las autoridades, de la importancia de un desarrollo científico autónomo, algunos grupos lograron consolidarse, acumular experiencia de investigación y medios de infraestructura, mantener relaciones con grupos homólogos en el exterior y obtener un reconocimiento internacional. Con base en el trabajo de los grupos más desarrollados en los campos de la química, la física y las matemáticas, se organizaron a finales de los años 80 los primeros programas de doctorado.

Desde su inicio hasta finales de los años 80, la investigación científica se desarrolló casi exclusivamente en las universidades como una actividad netamente académica. Se establecieron pocos vínculos entre las actividades de investigación y otros campos de la actividad social. En particular, las relaciones ciencia-tecnología-producción fueron -y lo son aún hoy en día - muy débiles. Hasta finales de los años 80 la industria nacional se desarrolló con base en una política proteccionista de sustitución de importaciones. En estas condiciones el sector industrial jamás se vio estimulado para innovar y mejorar su eficacia, puesto que contaba prácticamente con un mercado cautivo. Por su lado, la ciencia en las universidades, muy joven aún - no supo demostrar su capacidad para resolver los problemas tecnológicos del sector productivo. A pesar de una retórica sobre la importancia de la ciencia, que se expresaba hasta en los planes de desarrollo nacional, el trabajo científico fue considerado por el sector industrial, e inclusive por el gobierno, como una actividad restringida al campo académico, sin ninguna influencia decisiva en la resolución de los grandes problemas sociales y económicos de la nación. El gobierno menospreció el desarrollo de las ciencias, limitando los fondos destinados a reforzarla y

desinteresándose por construir una política a largo plazo para el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

En los últimos años del decenio de los años 80 se produjo un viraje en la política económica del gobierno. A partir de ese momento, bajo la presidencia de César Gaviria (1990-1994), el gobierno decidió implantar, como también lo hicieron otros países de América Latina, un modelo económico de apertura. En estas condiciones, la necesidad para el sector productivo de competir en el mercado nacional con productos importados y penetrar los mercados internacionales, puso en la agenda el problema de la modernización del sector productivo y del estado. Se hizo indispensable pensar, a mediano y largo plazo, los procesos de innovación y transferencia tecnológica y de desarrollo de la ciencia y la tecnología. Se fomentó por tanto la conciencia sobre la necesidad de producir transformaciones educativas y culturales y de introducir en la cultura de base del país los valores y la racionalidad propios de las ciencias. Por primera vez en muchos años el gobierno se mostró verdaderamente dispuesto a escuchar las demandas del sector académico y de estructurar un plan para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Para enfrentar la nueva situación creada por la internacionalización de la economía, los subsidios que el estado otorgaba a las empresas según el modelo de sustitución de importaciones y bajo el régimen de una economía parcialmente cerrada y protegida, se transformaron en subsidios indirectos a través de modalidades de formación, de financiación de investigación de base y de desarrollo en los sectores claves de la economía y de la sociedad, así como en subvenciones para la integración, la transformación y la generación de nuevos procesos de producción. El Plan Nacional de Ciencia y Tecnología se convirtió así en uno de los instrumentos de consolidación de una infraestructura científica y tecnológica destinada a sostener la internacionalización de la economía dentro de nuevas condiciones en las cuales las ventajas comparativas, basadas únicamente en los recursos naturales, perdían importancia. La capacidad de generación autónoma de nuevos productos y procedimientos industriales marcaba así un nivel más elevado de desarrollo económico. Dentro del marco de una evaluación de las capacidades científicas nacionales frente a los desafíos planteados por las nuevas tecnologías, el Plan comenzó a elaborar sus finalidades y sus orientaciones.

Hasta comienzos de los años 90 la política científica nacional se había caracterizado por la discontinuidad, determinada ante todo por los cambios de gobierno. Cada cuatro años se

proponían diferentes orientaciones. Esta falta de continuidad impidió el logro de grandes resultados. La consolidación de ciertos grupos fue ante todo el resultado de una acumulación de capacidades en las universidades públicas. Sin embargo, la mayor parte de los trabajos de investigación se hacía a partir de proyectos puntuales que difícilmente podían garantizar la creación de cierta tradición en las problemáticas estudiadas.

Un primer paso importante para la constitución de un plan a largo plazo se produjo en 1988 con la creación de la Misión de Ciencia y Tecnología. Esta misión, orientada por personas que pertenecían en su mayor parte al campo académico, tenía como objetivo principal suministrar un diagnóstico sobre el estado de la ciencia y la tecnología en cada campo y formular recomendaciones a nivel político. La misión trabajó durante un año y medio. Contribuyó directamente a generar una política para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en Colombia sobre nuevas bases.

Una de las principales recomendaciones de la misión fue la constitución de un sistema articulado de ciencia y tecnología que permitiera proponer y ejecutar consensualmente políticas globales y programas para cada dominio de la investigación. Un criterio central iluminó la constitución de este sistema: crear nuevos lazos y reforzar las relaciones ya existentes entre los investigadores en las universidades y con el sector productivo y el gobierno. Se buscaba de esta manera, por una parte, estimular la participación en forma más intensa de los sectores del conocimiento en las transformaciones tecnológicas y en las políticas de modernización del estado y, por otra parte, poner a la comunidad científica en contacto más directo con los problemas tecnológicos y de organización de la industria y del aparato de estado. Los vínculos entre estos campos se constituyeron por medio de la participación en todos los organismos de dirección del sistema, de representantes de los tres sectores. Este se concibió como un sistema abierto que buscaba incorporar, organizándolos y articulándolos, todos los programas, estrategias y actividades de ciencia y tecnología existentes en el país.

A partir de ese momento el sistema se organiza con base en los grandes programas nacionales de ciencia y tecnología para cada campo de actividad (ciencias puras, ciencias sociales y humanas, ciencia y tecnología agrícola, ciencias y tecnologías de la salud, etc.). La orientación de cada programa fue definida por un consejo nacional encargado de aprobar por consenso las políticas generales, de examinar y aprobar los proyectos presentados por los investigadores o los

institutos y asignar la financiación. Una responsabilidad importante de los consejos es la de promover las relaciones entre investigadores que trabajan en campos similares y buscar la articulación de proyectos diversos. Se pretende así aumentar la eficacia de los esfuerzos de los hombres de ciencia, evitando las duplicaciones y facilitando la cooperación. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología bajo la dirección del Presidente de la República y en el cual ocupan un sitio el director del Departamento Nacional de Planeación (DNP), varios ministros, los rectores de las universidades y los representantes de los sectores académicos e industriales, es encargado de la dirección general del sistema.

El Instituto colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología "Francisco José de Caldas", COLCIENCIAS, fue encargado de la coordinación del sistema en su conjunto, de la ejecución de las políticas aprobadas y de la administración de los fondos. Antes de la reforma, COLCIENCIAS era tan solo un fondo de financiación de proyectos bajo la supervisión del Ministerio de Educación. La nueva política le confiere el rango de instituto con capacidad de orientación y de ejecución de políticas. Pasa a ser incorporado al Departamento Nacional de Planeación (DNP), organismo muy cercano a los Ministerios de Hacienda y de Comercio Exterior y cuya labor es la elaboración del plan de desarrollo económico. La pertenencia de Colciencias al DNP tiende a acercar la ciencia y la tecnología a los planes nacionales de desarrollo.

La organización del sistema nacional de ciencia y tecnología va acompañada de una serie de disposiciones jurídicas que tienen como finalidad facilitar y estimular las labores relativas al desarrollo de ciencia y tecnología. En particular, las nuevas disposiciones permiten, y más aún estimulan, la formación de empresas con capitales públicos y privados para adelantar actividades de investigación en ciencia y tecnología.

La carencia de un tejido social que permita operaciones de transferencia entre el polo de la investigación científica y el polo industrial, debido a una falta de tradición de cooperación entre los sectores científico y tecnológico, comienza así a ser superada. La posibilidad de redactar proyectos de cooperación, de garantizar la circulación de investigadores y de ingenieros, así como la de los problemas y resultados entre las universidades y las empresas puede llegar a ser efectiva a condición de que cuente con los recursos necesarios.

Los diagnósticos de la Misión de Ciencia y Tecnología sobre la situación de la ciencia en el país señalaban como uno de los principales problemas el aislamiento de los investigadores. Frecuentemente grupos de investigación trabajan sobre problemas parecidos en varias universidades, sin que exista entre ellos intercambios de cooperación regulares. La debilidad de estas relaciones conduce a menudo a la duplicación de esfuerzos y a la utilización ineficaz de los recursos, de por sí poco abundantes. Por otra parte, salvo los grupos más dinámicos que mantienen relaciones regulares y algunas veces proyectos comunes, con investigadores o grupos de otros países, el aislamiento a largo plazo era la norma. Era el índice preocupante de un profundo retardo. Coordinar los esfuerzos en el país y estimular los intercambios internacionales, se convirtieron en puntos importantes de la política científica. Los consejos nacionales para cada programa pueden ahora convertirse en organismos de apoyo para la constitución de vínculos entre diferentes grupos del país. Para contrarrestar el aislamiento, un aspecto importante de la política de COLCIENCIAS, ha sido la creación de redes entre investigadores nacionales en campos específicos. Un instrumento esencial, construido para estimular las relaciones internacionales de la ciencia colombiana, es la Red Caldas de investigadores colombianos en el exterior. Esta red es probablemente uno de los resultados más originales y más prometedores de la nueva política de ciencia y tecnología en el país. La red marca además una transformación en el tratamiento del problema de los intelectuales colombianos emigrados. La política tradicional hacia estos grupos se reducía anteriormente a estimular su regreso mediante estímulos económicos o facilidades de inserción. Una nueva comprensión de la importancia de las redes en el desarrollo de la ciencia moderna llevó a pensar que los investigadores colombianos en el exterior podían servir de enlaces muy importantes para la generación y el refuerzo de vínculos internacionales en beneficio de la ciencia en Colombia. Se han adoptado mecanismos muy flexibles para estimular la participación de los investigadores colombianos expatriados en actividades científicas muy diversas y a diferentes niveles en el país: pasantías de investigación con grupos colombianos, evaluación de proyectos o elaboración y desarrollo de proyectos comunes con los investigadores en Colombia. Con el fin de estabilizar y regularizar estas formas posibles de cooperación se organizó la red tomando como base los nodos locales en diferentes países que mantienen la comunicación entre los

intelectuales colombianos de la localidad respectiva y organizan los vínculos con Colombia. Una lista de correo electrónico permite comunicación constante entre los miembros de la red. Aunque el sistema es coordinado por COLCIENCIAS, muchas de las iniciativas de cooperación han sido establecidas y ejecutadas por actores individuales o por los nodos, haciendo así que la red se convierta cada vez más en un organismo autónomo. El estudio de la red Caldas está precisamente orientado a establecer los logros de este proyecto.

**2.2 Las migraciones científicas internacionales hoy. Nueva problemática.** Las migraciones científicas internacionales han sido objeto de una renovada atención en los últimos años. La reciente fractura de los sistemas de investigación de los países de Europa del Este es sólo uno de los elementos que ha contribuido a poner en la agenda de la sociología de la ciencia y la tecnología el tema de los desplazamientos más o menos permanentes fuera de sus fronteras nacionales de un gran número de científicos. El interés por comprender el relativo éxito mostrado por las nuevas políticas de repatriación de nacionales de los países del Sudeste asiático y sus implicaciones en su acelerado desarrollo industrial, el permanente interés por superar el nivel de la simple constatación del hecho mismo y avanzar en la comprensión y explicación del fenómeno migratorio, del Sur subdesarrollado al Norte industrializado, son otros elementos que han contribuido a este renovado interés. Por otra parte, más allá de la comprensión y la explicación de fenómeno se encuentra el interés por establecer políticas nacionales que permitan orientar los flujos de conocimientos, de competencias, de experiencias y de elementos -que son hoy propios de las dinámicas de la ciencia, de la creación del nuevo conocimiento y de las innovaciones- para el beneficio de una nación.

La noción de brain drain, que permitió enfrentar el estudio de estas migraciones, comenzó a mostrar sus límites explicativos cuando se intentó pasar de las formulaciones generales a los estudios más particulares y a la generación de políticas que contrarrestaran el fenómeno (Meyer, Charum, 1995). Estas se redujeron esencialmente a medidas compensatorias para los países de origen de las migraciones, incentivadas por organismos internacionales, o, cuando se trataba de políticas nacionales, en el otorgamiento de incentivos individuales para intentar asegurar el retorno de los científicos inmigrados a sus

países de origen. Los resultados de estas acciones políticas nacionales no lograron obtener resultados apreciables.

Una mayor comprensión de las condiciones que hacen posible el desarrollo de la actividad científica y tecnológica sirvió de referencia para establecer condiciones positivas que hicieran posible invertir el sentido de la migración. La existencia o la construcción de estructuras científicas locales que permitieran recibir a científicos y tecnólogos formados y con experiencias investigativas y de trabajo en el exterior estuvo en la base de una nueva opción de capitalización de las capacidades nacionales expatriadas, llamada *brain gain*, y de la que los ejemplos más evidentes corresponden a países del Sudeste asiático: Corea del Sur, Taiwan, Hong Kong y Singapur.

El análisis de este modelo *del brain gain* en su versión más desarrollada permitió establecer a) las circunstancias particulares y específicas en que se dio un acelerado proceso de industrialización; b) el sentido y las implicaciones que tuvieron la implantación de centros de investigación, vinculados a las necesidades de la industria y que hicieron posible desplegar una política de repatriación de investigadores e ingenieros formados que realizaban trabajos de investigación en los países de inmigración (Chaponnière, 1991). Sin embargo, las condiciones específicas que lo permitieron no encuentran una situación análoga en otros países del Sur, haciendo irreproducible para ellos esta versión del modelo del *brain gain* (Peemans, 1988).

La existencia de un tejido social que permite la circulación de problemas, investigadores e ingenieros, de financiaciones, de muestras, insumos e información, la elaboración de proyectos conjuntos es, en general, el resultado de múltiples interacciones previas entre los actores de la investigación (los grupos de investigación) y los usuarios de los resultados. Este tejido, cuyo inicio en el caso de los países desarrollados puede extenderse a la Edad Media (Disco, Rip, van Der Meulen, 1992), ha sido resultado de largos desarrollos, de acumulaciones y de la construcción de normas implícitas y reglas explícitas que permiten orientar las relaciones de cooperación y la realización de proyectos comunes entre los diferentes actores que vinculan los polos científico y tecnológico y el sistema de las necesidades sociales.



Resultados recientes de la sociología de la ciencia y la tecnología han permitido comprender el papel jugado por estas largas acumulaciones. La caracterización de los procesos de formación de los científicos e ingenieros y de su inserción en los grupos de investigación y en las redes de producción de conocimientos han mostrado a) que la actividad científica es esencialmente colectiva y que moviliza una compleja organización técnico-organizativa que debe estar disponible para el despliegue de las posibilidades de creación de nuevos conocimientos y la producción de las innovaciones, b) que para esta misma producción y creación se ponen en juego los aprendizajes y los saberes implícitos integrados en una práctica colectiva prolongada y que, entonces, la inserción de un científico en nuevas tradiciones investigativas demanda el tiempo que permita esta socialización, lo que, entonces, no asegura la inmediata circulación de los científicos en tanto que tales, y c) que todo científico o ingeniero es en sí mismo una red, un actor-red, en donde se entrecruzan múltiples saberes, competencias y aptitudes, que encuentran su realización en la propia actividad y que, a su vez, esta actividad se despliega en el interior de una red de relaciones sociocognitivas en las que entran sus colegas y sus propias competencias, los instrumentos y el saber sobre ellos, los documentos y los resultados producidos por otros, las financiaciones y los recursos y los mensajes implícitos o explícitos que acompañan su atribución por parte de las entidades que los proveen.

Así, el problema de la migración de científicos, de su integración en nuevas redes investigativas locales, de su circulación internacional, de la creación de relaciones entre diferentes tradiciones de hacer ciencia o entre diferentes contextos geográficos debe abordarse teniendo en cuenta estas nuevas percepciones y evidencias.

Una nueva posibilidad de recuperación de las capacidades científicas nacionales comienza a delinearse a partir de experiencias y de proyectos de los propios países de origen de las migraciones, posibilidad que se ubica dentro de la opción del *brain gain* por cuanto tienden a recuperar las capacidades nacionales emigradas, pero sin tener como fin primordial el regreso al país de quienes son los poseedores de ellas. Por el contrario, se considera que los científicos e ingenieros emigrados, por sus procesos de formación y de asimilación de las tradiciones científicas en los lugares donde ejercen su actividad, de incorporación de competencias experiencias y aprendizajes a través de su práctica investigativa o de trabajo

pueden ser movilizados en sus lugares de residencia para colaborar y sostener el proyecto de hacer ciencia bajo las condiciones nacionales de su países de origen: carencia de largas acumulaciones en el campo de la ciencia, existencia de tradiciones científicas locales, en general no coincidentes con las formas normalizadas en los países centrales en el campo de la ciencia, escasez de recursos que permitan los esfuerzos investigativos continuados,... La posibilidad de capitalización de estas competencias exteriores a las fronteras nacionales ha dado lugar a diversos propuestas que tienen su origen en países del Sur.

La posibilidad de ubicar potencialidades y límites de esta nueva opción de *brain gain*, la opción diáspora científica, que se concreta en el proyecto de construcción de una red de investigadores colombianos, la red Caldas, que para su realización busca articular las contribuciones de múltiples actores, científicos y no científicos, pertenecientes a la comunidad interior o a los grupos científicos e ingenieros emigrados, de las instituciones que orientan la política científica nacional, que realizan investigación, a los mismos grupos de investigación y a los usuarios de los logros alcanzados: las comunidades disciplinarias, el sistema de enseñanza, las firmas. Se trata de concebir nuevas modalidades de cooperación y de colaboración con las comunidades de origen y con los grupos de investigación que permitan responder a las demandas de crear nuevos conocimientos y de innovaciones sin que las condiciones de acumulación y de tradición científica estén plenamente satisfechas.

## Primera parte

### Observaciones preliminares

*La primera parte, conformada por los primeros dos capítulos, trata, inicialmente, de los métodos puestos en operación para recolectar, tratar la información conseguida, construir la información elaborada y las claves para su interpretación y está seguido de una reconstrucción de la génesis, la conformación y la construcción de la red en tanto que proyecto social y como una infraestructura sociotécnica.*

*Se consideró la necesidad de tener modalidades unificadas para el tratamiento de la información básica generada lo que llevó a diseñar las formas de su circulación, de su homogenización y de su análisis concebidas como un sistema de información sobre la red Caldas. El primer capítulo está dedicado a la descripción de los procesos de construcción de este sistema y muestra explícitamente cómo se utiliza. La información básica que proviene de la encuesta Redes Colombia, de las entrevistas, de las referencias bibliográficas y permite a) construir la información elaborada sobre los elementos que se constituyen en las acumulaciones alcanzadas debidas a las cualidades y las actividades pasadas de sus miembros - de constitución de la red social, de formación académica, de trayectorias laborales y de producción bibliográfica- y actuales - de investigación; b) establecer la estructura interna de esas acumulaciones y c) las relaciones entre ellas.*

*Se diseñó explícitamente el esquema del flujo de la información, de su tratamiento a través de diferentes módulos que se siguen y que producen resultados que permiten alimentar a otros módulos con el fin de que progresivamente se produzcan informaciones elaboradas y especializadas que permitan responder a preguntas que, desde diferentes intereses, se pueden formular. Estas preguntas pueden estar orientadas, por ejemplo en un nivel macro del análisis, a conocer la estructura general de la red, la densidad cognitiva*

*presente allí expresada a través de la articulación de los elementos que la constituyen : las normas sociotécnicas derivadas de los procesos de constitución de la red, las producciones bibliográficas de sus miembros, las formaciones adquiridas, las experiencias laborales, los perfiles disciplinarios y las actividades de investigación. También, en un nivel micro, se pueden hacer interrogaciones sobre el estado particular de un área del conocimiento o de un campo de investigación. Por otra parte, se trata de un sistema que se alimentó de las informaciones conseguidas durante los años 1995-1996, pero que puede ser permanentemente actualizado. En este sentido, se tiene un instrumento que puede generar permanentemente indicadores actualizados según el nivel de actualidad de la información recogida.*

*La generación de este sistema de información sobre la red Caldas se considera un resultado del estudio general pues se consiguió diseñar un instrumento de análisis unificado que integra nuevas formas informatizadas de producción de indicadores científicos. Estos indicadores cognitivos, y ya no meramente estadísticos, permanentemente actualizables y no estáticos, que pueden adaptarse a las preguntas de múltiples intereses y que permiten alimentar las decisiones en el campo de la política pueden ser construidos, a partir del instrumento diseñado, para otros conjuntos de datos. El instrumento de análisis global ha sido ya concebido y probado en el estudio. La construcción de un objeto tecnológico, que pueda realizar de manera informatizada bajo la forma de una caja negra con instrucciones de uso, será el problema que se abordará en un estudio posterior.*

*En el segundo capítulo se presenta la génesis y la consolidación de la red Caldas. Este complejo proceso de elaboración de un proyecto y de su paso a la concreción está documentado a partir de las entrevistas realizadas a actores determinantes, del análisis de las respuestas dadas en la encuesta y de las listas de publicaciones adjuntadas. La separación entre dos niveles de la articulación de la red, el nivel social y el nivel sociotécnico hace posible considerar las relaciones sociales entre los miembros y los aprendizajes que estas relaciones van determinando y establecer los elementos que, en tanto que intermediarios, permiten o pueden permitir establecer vínculos calificados en el dominio de la producción científica y tecnológica.*

## Capítulo 1

### **GENERACION DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN Y CONSTRUCCION DE INDICADORES DE LAS ACUMULACIONES Y DE LAS DINAMICAS SOCIALES Y CIENTIFICAS DE LA RED CALDAS.**

La necesidad de crear un sistema de información que permita alimentar las decisiones que, desde sus intereses específicos, tomen los diferentes actores fue la estrategia adoptada en la selección de la información, en su tratamiento y en la generación de los indicadores que permiten la representación de las agregaciones de los elementos cognitivos, de sus estructuraciones y de las dinámicas presentes en la red. En efecto, no basta con escoger y recolectar la información. Es necesario, además, que ésta esté orientada a lograr que, para cada uno de los actores, adquiera un valor por cuanto les permite intervenir más fundamentadamente en el campo de sus intereses. Así, no es suficiente con dar cuenta de hechos o de los datos brutos, estos deben estar vinculados entre sí para que puedan ser traducidos e integrados según las múltiples lógicas de la acción. Las bases de datos tienen como finalidad acumular la información organizada para generar indicadores de la producción en la red. Se trata de considerar la totalidad de las actividades científicas y tecnológicas y generar elementos que permitan una comprensión más calificada de sus dinámicas para alimentar las políticas en los niveles macro (nacionales), meso (institucionales) y micro (grupos de investigación).

La información proviene de la Encuesta Redes Colombia y del anexo de las publicaciones que se aplicó para la diáspora colombiana en el exterior. Es posible, distinguir tres momentos en la generación del sistema de información sobre la red Caldas. El primero consistió en la selección de los criterios para establecer la información básica y su recolección. El segundo fue la construcción de los archivos normalizados, es decir de los conjuntos organizados de informaciones homogéneas almacenadas en un soporte común para proceder a su tratamiento. El diseño de las bases de datos permite la constitución de estos archivos que, y este es el tercer momento, son tratados según procedimientos específicos para producir los indicadores pertinentes. Ahora bien, es a partir de estos

indicadores como es posible, en primera instancia, conocer la estructura de la red y hace posible, en segunda instancia, el despliegue de las estrategias de los actores.

El propósito de este capítulo es presentar los métodos y procedimientos utilizados en la producción de la información elaborada. Por información elaborada se entiende aquí la información que se produce a partir de la información básica recogida y que permite la emergencia de agregaciones temáticas de las que es posible mostrar su estructuración interna así como la estructura de las relaciones entre estas agrupaciones. Esta información elaborada es además especializada según el interés que orienta la creación de las agrupaciones. En nuestro caso el interés ha sido esencialmente establecer las acumulaciones que, debido a las actividades desplegadas por los miembros de la red Caldas, se han ido construyendo. Se considera que estas acumulaciones tienen el carácter de disponibilidad y su conocimiento puede permitir tomar decisiones más razonadamente por parte de los actores.

Estas acumulaciones pueden ser de diferente tipo, como son diferentes las actividades sobre las que se basan. Así, por ejemplo, (infra Capítulo 2) la producción bibliográfica (actividades) permite mostrar los campos en que se publica (temáticas), las relaciones entre los diversos campos de publicación; las relaciones sociales (actividades desplegadas por los actores) que se anudan con el propósito de creación y de estructuración de la red como un objeto social van creando normas que regulan y hacen posible emprender nuevas acciones; las actividades de investigación dan lugar a la ubicación de temáticas cuyo conocimiento público puede posibilitar su utilización para emprender otras investigaciones y, finalmente, las formaciones de los miembros en las diversas disciplinas y los diferentes niveles permiten disponer tanto de un censo de competencias calificadas como de una distribución de la diversificación de los perfiles disciplinarios en la red.

La producción de información elaborada está fundamentada en el análisis de corpus de datos textuales, los cuales son sometidos a diferentes técnicas de análisis. El proceso infométrico que permite producirlo se realiza en tres etapas:

1. La lematización y la producción de los descriptores o palabras claves.
2. El análisis de contenido.
3. La clasificación de individuos (actores) frente a los contenidos.

Para ilustrar el proceso de producción de la información elaborada se utilizarán los archivos de los datos asociados a los campos de investigación y de publicaciones de la encuesta redes Colombia. Para conseguir la representación y caracterización de la investigación en la población bajo estudio en la encuesta se hicieron dos preguntas semiabiertas relacionadas que fueron:

*¿Cuál se su campo de investigación? (ejemplos: biología molecular, sociología de la ciencia, ingeniería de represas, literatura contemporánea)*

*Detalle, con ayuda de palabras clave (entre 4 y 8), el contenido de su investigación (ejemplo: actor / transferencia de conocimiento / migraciones científicas / brain drain / internacionalización / red / ciencia y tecnología).*

Para el caso de las publicaciones se pidieron las listas de las publicaciones en el momento de responder a la encuesta. Se considera, entonces, que los documentos básicos son, en el primer caso las respuestas a las dos preguntas anteriores, para el caso segundo los títulos de las publicaciones.

La idea utilizada para el análisis es la construcción de un archivo homogenizado según criterios de clasificación, con base en las palabras claves utilizadas para establecer el contenido de las investigaciones que actualmente están desarrollando quienes respondieron la encuesta. Sin embargo, la gran variabilidad y la falta de normalización en los datos sobre el campo de investigación y palabras claves suministradas llevó a la agregación de nueva información, ya presente en los datos aunque en forma implícita, que permitiera hacer entrar la información suministrada en una estructura general homogénea. Esta agregación tiene una doble ventaja, por un lado, facilita la construcción, dado que provee un contexto homogéneo, de los diferentes grupos y, por el otro, la lectura e interpretación de los resultados resulta mejor contextualizada.

La agregación de la información contextual sin embargo debe hacerse de una manera controlada y no puede depender del criterio de quien realiza la codificación. Para realizar esta agregación se utilizó el sistema de clasificación de dos bases bibliográficas internacionales multidisciplinarias francesas, la base Pascal (para las ciencias básicas y tecnológicas y para las ciencias médicas y biológicas) y Francis (para las ciencias sociales y

económicas)<sup>1</sup>. El campo de investigación mencionado por el encuestado puede ser ubicado en uno de los niveles de clasificación de estas bases, normalmente el tercero, lo que conduce a agregar como palabras claves a estos tres niveles de la clasificación.

En el Gráfico 1.9 se ilustra la asignación de palabras claves para un registro del archivo sobre las investigaciones.

## **1. Lematización**

El problema de la lematización tiene que ver con la misma construcción del corpus documental: es necesaria la construcción de bases de datos normalizadas para homogenizar la información. La lematización básicamente consiste en dar un único sentido a las palabras sinónimas, en eliminar los plurales, poner los verbos en infinitivo, tomar un solo género, etc. y en la construcción de los descriptores o palabras claves que establecen el contenido semántico de los documentos.

Los diferentes archivos normalizados son los insumos para la generación de los indicadores, que aquí están representados por los mapas cognitivos: diagramas estratégicos y clusters cuando se usa el método de las palabras asociadas-MPA, mapas topográficos y clusters resultantes del análisis de correspondencias simples-ACS. Resta, sin embargo, que siendo indicadores de un mismo objeto, deben poder estar relacionados entre sí. Esta idea de

---

<sup>1</sup> Estas bases tienen una estructura de árbol, en donde la raíz es el área general del conocimiento y las ramas corresponden a las diferenciaciones que de esta área se van produciendo debidas a las dinámicas de la investigación que se hace pública a través de los documentos publicados que se van integrando progresivamente a la base de datos. Es posible aceptar que la estructura que subyace a estas bases es debida a esta producción de documentos y que las dinámicas de esa producción (que representan resultados de investigaciones) determinan la emergencia de nuevas ramas. Estas bases tienen la virtud de almacenar y reseñar tanto la literatura blanca, como la literatura gris. Se tiene así una imagen concreta de lo que podríamos llamar "un árbol del conocimiento" debido a las dinámicas de las publicaciones. Así, por ejemplo, el esquema de clasificación de la base Pascal parte de una primera división entre 001 Ciencias exactas y tecnología y 002 Ciencias biológicas y médicas. La primera se divide en A. Ciencias y técnicas de uso general; B. Física; C. Química; D. Ciencias aplicadas; E. Ciencias de la tierra, del océano y el espacio. Hay un avance a través de nuevos niveles (siete en total actualmente) que corresponde a avances en la diferenciación y especialización del área del conocimiento. Una característica análoga es compartida por la base Francis. Se tiene entonces una clasificación arborescente que permite ubicar dentro de ella a las publicaciones o a las investigaciones considerando los niveles en la estructura de clasificación estas dos bases. Para fijar la posición de la temática cubierta por la publicación, por ejemplo, se hace uso, según el caso, de dos o tres niveles de la clasificación de estas bases (palabras claves de ubicación temática). Para



vinculación entre los diferentes indicadores producidos permite no sólo considerar las múltiples cualidades y características de la red, sino que además crea la necesidad de establecer las modalidades prácticas de mostrar las relaciones y de, entonces, circular a

través de la representación de la red dada por los indicadores. En este estudio se ha puesto especial atención en la construcción de los procedimientos que permiten establecer relaciones entre los diferentes indicadores.

## **2. Análisis de contenidos. La generación de una cartografía cognitiva.**

### ***2.1 El método de las palabras asociadas***

En este método las palabras claves se constituyen en indicadores del contenido de los documentos y su co-presencia permite poner en evidencia la estructura de las relaciones entre los referentes de esas palabras, es decir, entre las temáticas. Si se considera que dos documentos son cercanos porque tienen palabras claves similares, entonces dos palabras claves que se encuentran juntas en un gran número de documentos se consideran como cercanas. Para medir la intensidad de las asociaciones entre palabras claves (su cercanía), entre las palabras *i* y *j*, por ejemplo, se emplea un índice de equivalencia  $E_{ij}$ , que es el producto de la probabilidad de que aparezca la palabra *i* cuando aparece la palabra *j* por la probabilidad de que aparezca la palabra *j* cuando aparece la palabra *i* en el *corpus* documental. Con base en las medidas de proximidad entre las palabras, se hace una clasificación jerárquica para agrupar las palabras cercanas unas a otras, constituyendo así los *clusters*. Un *cluster* está así constituido por las palabras claves internas, por las relaciones internas entre ellas, por las relaciones externas entre las palabras del *cluster* con palabras externas que pertenecen a otros *clusters* y por los documentos en los que están las palabras claves que hacen parte del cluster. En general, se toma la palabra clave que tiene más relaciones internas para designarlo, o se le asigna un nombre que evoque su contenido semántico.

---

especificar la temática de cada documento se procedió a generar, a partir del título, hasta cinco descriptores o palabras claves (palabras claves de contenido).

Dos indicadores permiten establecer la estructura de los *clusters* y de la red de relaciones que hay entre los *clusters* y, en forma más general, de la red de asociaciones presentes en el *corpus* documental: la densidad (el valor medio de las asociaciones entre las palabras que constituyen un cluster) y la centralidad (el valor medio de las asociaciones externas entre las palabras que lo constituyen y las palabras de los otros cluster). Es posible, entonces, construir una representación de la estructura de las asociaciones en un plano definido por los ejes de densidad y centralidad, (su diagrama estratégico) y establecer el contenido semántico de cada uno de los *cluster* haciendo posible, entonces, una interpretación a) local, dada por la estructura de las relaciones internas de cada uno de los *clusters* y b) global, por las relaciones externas entre los diferentes *clusters* construidos a partir del *corpus* documental

El algoritmo diseñado, basado en una clasificación jerárquica por vínculo simple, permite establecer las agregaciones presentes en un *corpus* documental - las clases de documentos relacionados por su contenido semántico-, estableciendo la estructura que tiene cada una de estas clases así como las relaciones globales que mantienen entre sí las diferentes agregaciones encontradas. Se trata, entonces, de reorganizar la información presente en el *corpus* en grupos o clases de palabras relativamente homogéneos. Para ello se asignan a cada uno de los documentos una serie de palabras claves cuyo contenido semántico represente las temáticas presentes en el documento. La presencia de diferentes temáticas en un documento se interpreta como relaciones significativas entre las temáticas hechas por el autor del documento y que están representadas por las palabras claves asignadas. Si dos documentos tienen como descriptores de su contenido una misma pareja de palabras claves, se interpreta que estos dos documentos están relacionados porque relacionan la misma temática.

El procedimiento para la aplicación del método es el siguiente (Charum, Parrado; 1995):

i) Se parte de un *corpus* documental de  $n$  textos. A cada uno de los documentos o textos se le asocia un conjunto de palabras claves lo que da lugar a un total de  $m$  palabras claves para todo el *corpus*. Cada uno de los documentos se representa por un vector de dimensión  $m$  en

el que sus elementos son uno si la palabra correspondiente hace parte del conjunto asignado al texto, cero en caso contrario.

ii) Se construye la matriz Documentos \* Palabras claves o tabla léxica. En esta tabla dispersa solamente hay ceros y unos según una palabra clave o forma esté presente o no en un texto.

iii) Para cada pareja de palabras claves o formas se construye su índice de asociación definido así: si  $c_i$  y  $c_j$  son las frecuencias de aparición de las palabras  $i$  y  $j$  respectivamente en todo el corpus, y  $c_{ij}$  es la frecuencia con que aparecen las palabras  $i$  y  $j$  asociadas en un mismo documento (en este caso, en una misma respuesta), entonces el índice de asociación entre las palabras  $i$  y  $j$  se nota por  $E_{ij}$  y se define por

$$E_{ij} = \left( \frac{c_{ij}}{c_i} \right) \left( \frac{c_{ij}}{c_j} \right). \quad (\text{A.1})$$

Este índice de asociación es un índice de similaridad entre formas o palabras clave y entonces permite la utilización de métodos de clasificación.

iii) Se construye la matriz simétrica  $m \times m$ , donde  $m$  es el número de palabras claves, de los coeficientes de asociación. En realidad sólo se requiere la parte triangular superior, dado que la matriz resultante es simétrica.

La constitución de las clases se hace por un proceso de clasificación jerárquica de asociación por vínculo simple entre las palabras que tienen un mayor valor de asociación. Los números máximo y mínimo de palabras que entran en la constitución de las clases o *clusters* se fijan exteriormente bajo criterios de legibilidad y de significado.

El interés del método está en que las agrupaciones se forman por la intensidad de las asociaciones entre las palabras, y por tanto un grupo obtenido así puede ser interpretado como una temática general representada por el *cluster* tomado como una unidad a la que se le puede atribuir un significado.

La caracterización de los clusters se hace a partir de las nociones de *densidad* y *centralidad*. La densidad mide la intensidad de las asociaciones internas, y puede definirse como el promedio de los índices de asociación internos con respecto al número de palabras que forman la clase. Un cluster es muy denso si el índice de asociación promedio es alto.

Dicho en otras palabras un grupo es muy denso si las palabras que lo constituyen son mencionadas con mucha frecuencia en forma simultáneamente en los textos en donde aparecen. Un cluster es poco denso cuando el nivel de asociación es bajo.

El índice de centralidad de un cluster mide el grado de asociación que éste tiene con los otros *clusters* y está dado el valor medio de las asociaciones entre las palabras que hacen parte de él con palabras de los otros. En otras palabras, la centralidad tiene que ver con la importancia relativa de una temática con respecto a las demás. Entre mas central es la temática que representa a un *cluster*, mas impacto tiene éste sobre las temáticas de los otros *clusters*.

Se llama *diagrama estratégico* a la ubicación de las diferentes clases o clusters en un plano determinado por los ejes de densidad (eje vertical) y centralidad (eje horizontal). El centro del plano se ubica en el valor medio de los valores de densidad y centralidad de todos los grupos.

Las asociaciones entre palabras hace aparecer una estructura de red, en donde un *cluster* puede representarse como un grafo conexo entre las palabras más fuertemente asociadas que se convierte en una unidad por eliminación de los vínculos a otras palabras externas. El criterio para que una palabra pertenezca a un grupo es que su vínculo a otra palabra sea superior a un cierto umbral o que se acepte hasta un cierto número de palabras.

Los parámetros externos para el aplicar el MPS son

1. El tamaño máximo de los cluster,  $T$ , es decir, el número máximo de palabras que se acepta para formarlo ;
2. El tamaño mínimo de los cluster,  $t$ , es decir, el número mínimo de palabras que se acepta para formarlo ;

Estos dos parámetros se fijan bajo un criterio de interpretatibilidad. Si  $T$  es elevado es difícil hacer una interpretación de lo que representan y significan las asociaciones ; si es demasiado pequeño el número de asociaciones también lo será y será bajo el aporte que estas dan en nuevos conocimientos. En general, se adopta  $T$  menor o igual a 10,  $t$  mayor o igual a 3.

3. La frecuencia mínima de aparición de las palabras,  $f$ . En general se toma  $f$  mayor o igual a 3.

4. El número mínimo de las asociaciones entre palabras, p. En general, se toma p mayor o igual a 3. Para el estudio de las publicaciones,  $f=3$ ,  $p=3$ .

Las variables estadísticas que caracterizan cada cluster son

- A. El número de palabras claves que definen la temática ;
- B. La densidad, o valor medio de las asociaciones internas ;
- C. La centralidad, o valor medio de las asociaciones externas ;
- D. El número de asociaciones internas ;
- E. El número de asociaciones externas, con otras palabras o clusters
- F. Número de referencias

Un cluster es, entonces, i) un conjunto de palabras claves ; ii) el conjunto de sus relaciones internas ; iii) el conjunto de sus relaciones externas ; iv) el conjunto de los documentos en donde se encuentran asociados los temas representados por las palabras claves que tienen relaciones internas o externas del cluster.

Para el análisis de las publicaciones por el método de las palabras asociados se fijaron los parámetros externos así :

$$T = 7; t = 3 ; f = 3 ; p = 3$$

Para el caso del cluster MOLECULAR IMMUNOLOGY, obtenido por la aplicación del método de las palabras claves, se tiene

No.	PALABRA CLAVE	FRECUENCIA
1	Molecular Immunology	26
6	Hla	12
28	Histocompatibility Antigen	5
20	Genetic Marker	6
45	Haplotypes	4
39	Complotypes	4
2	Immunology	20

donde el número a la izquierda es el orden en que se encuentra la palabra según la frecuencia y que sirve para una primera codificación.

Número de palabras  $A = 7$

Número de relaciones internas  $D = 8$

Las relaciones internas entre las palabras son :

$20 \leftrightarrow 39 (0,667)$  ;  $20 \leftrightarrow 45 (0,667)$  ;  $39 \leftrightarrow 45 (0,563)$  ;  $1 \leftrightarrow 6 (0,321)$

$1 \leftrightarrow 28 (0,192)$  ;  $1 \leftrightarrow 20 (0,160)$  ;  $1 \leftrightarrow 45 (0,154)$  ;  $1 \leftrightarrow 39 (0,087)$

donde el número entre paréntesis es el valor del coeficiente de asociación entre las dos palabras asociadas que se encuentra a su izquierda.

No hay relaciones externas.

Su densidad es igual a 40, su centralidad es igual a 1.

## ***2.2 Análisis de correspondencia***

El análisis de correspondencia es una herramienta estadística de origen francés, desarrollada para el análisis de grandes matrices de datos cualitativos. En esta investigación se usaron las técnicas de Análisis de Correspondencias Simples, de Análisis de Correspondencias Múltiples, y el Análisis de Datos Textuales. Este último es una derivación del Análisis de Correspondencias Simples. En el anexo se describen los principales detalles matemáticos. En esta sección se hace una breve presentación intuitiva de la técnicas.

Este método de análisis permite representar en un espacio geométrico de dos dimensiones (el mapa topográfico) definido por dos ejes convenientemente escogidos las temáticas representadas por las palabras claves donde su posición está determinada por el perfil de sus asociaciones con otras palabras claves. La cercanía de dos palabras se interpreta como similitud entre sus perfiles de asociación. Es posible, entonces ubicar grupos de palabras geoméricamente cercanas y hacer una interpretación de esa relación de cercanía. Dos grupos de palabras geoméricamente distantes pueden interpretarse como determinados a partir de perfiles muy diferentes. Las agregaciones o agrupaciones de palabras que se encuentran más alejadas de todas las otras indican temáticas bien definidas y se encuentran cerca a los ejes verticales u horizontales del plano definido por los dos ejes y que llamamos el mapa topográfico. Al igual que para el caso del MPA, el algoritmo genera agrupaciones o cluster. Los cluster, que son designados por la palabra que tiene una mayor frecuencia, están aquí formados por las palabras claves más cercanas y por los documentos que entraron en su constitución.

### **a) Análisis de Correspondencia Simple (ACS).**

El ACS se aplica a tablas de contingencia, es decir, a tablas construidas a partir del cruce de dos variables cuantitativas. Concretamente, una tabla de contingencia es una matriz en donde la posición  $(i,j)$  contiene el número de individuos (que pueden ser personas, objetos, textos,...) que tienen simultáneamente las categorías  $i$  de la primera variable y  $j$  de la segunda variable. El ACS persigue cuatro objetivos fundamentales:

- Analizar toda la información contenida en una tabla de contingencia.
- Representar gráficamente la estructura de una tabla de contingencia
- Producir estadísticas de control complementarias.
- Analizar la estructura de una tabla de contingencia respetando el hecho de que la misma resume una relación simétrica entre los caracteres observados.

Las tablas de contingencia resumen las co-ocurrencias de dos atributos observados simultáneamente en una población. El ACS busca poner en evidencia las relaciones de causalidad entre las diferentes características.

Matemáticamente en el ACS se construyen perfiles de respuesta a partir de la matriz de cruce de las dos variables, y su propósito es encontrar un espacio en el cual la inercia de los datos, es decir, la cantidad de información presente en la tabla de contingencia, pueda ser descompuesta a lo largo de sólo los nuevos ejes. Un perfil fila (un perfil columna respectivamente) se construye a partir de la tabla de contingencia dividiendo cada elemento de la fila (de la columna) por su frecuencia marginal, (la suma total de la fila, de la columna). Así, los perfiles fila son vectores de un determinado espacio  $n$  dimensional, y el propósito del ACS es comparar los perfiles fila.

La matriz de datos inicial es de tamaño  $n*m$ , en donde  $n$  y  $m$  son respectivamente el número de categorías de cada variable, y el elemento  $(i,j)$  de la matriz es el número de individuos que presentan simultáneamente las categorías  $i$  de la primera variable y  $j$  de la segunda variable. En los cálculos se utiliza la distancia chi-cuadrado, que tiene la característica de darle menos peso a las categorías más frecuentes, y más peso a las menos frecuentes, las que, precisamente por su baja frecuencia son las que determinan el análisis. El resultado final es la obtención de planos (planos factoriales) en los cuales se pueden apreciar

las relaciones entre unas categorías y otras, teniendo en cuenta los siguientes principios de interpretación:

- las dos variables pueden ser representadas simultáneamente en el mismo plano factorial ;
- las modalidades más frecuentes quedan representadas cerca del nuevo origen coordinado. Estas son las características comunes de la población. Las modalidades menos frecuentes aparecen alejadas del origen y son las características que diferencian a la población ;
- las modalidades que aparecen relativamente cercanas entre sí son características de un mismo grupo de individuos y por tanto lo caracterizan ;
- la posición de una modalidad cualquiera  $i$  (respectivamente  $j$ ) en un plano factorial es el baricentro de todas las modalidades  $j$  (respectivamente  $i$ ) de la otra variable que fueron seleccionadas simultáneamente con la modalidad  $i$  (respectivamente  $j$ ) en las respuestas de la encuesta ;
- modalidades adicionales (que entonces serán modalidades explicativas) pueden proyectarse en el plano factorial con el objeto de completar la caracterización de los grupos presentes en la población.

### **b) Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM)**

El ACM es la extensión natural de ACS, para analizar simultáneamente múltiples variables. La matriz inicial para los análisis es ahora una matriz  $n \times p$ , en donde  $n$  es el tamaño de la muestra y  $p$  el número total de categorías presentes, incluyendo todas las variables para las cuales se hará el análisis. El objetivo del ACM es el mismo que en el ACS, es decir, se busca encontrar un espacio en el cual la inercia de la nube de puntos se descomponga totalmente a lo largo de los nuevos ejes coordinados. La distancia chi - cuadrado es también utilizada y tiene los mismos efectos que antes. Los principios de interpretación son similares al ACS, teniendo en cuenta que en este caso el origen de los planos factoriales es el baricentro de todas las categorías.

### **c) Análisis de datos Textuales**

Es la más reciente técnica de análisis de datos. Se deriva de ACS, con la propiedad de que se adapta para el manejo de enormes matrices muy dispersas. Esta técnica fue desarrollada para el análisis de textos literarios y en particular para el análisis a preguntas abiertas de encuestas. La base del método esta en la creación de la variable léxica cuyas

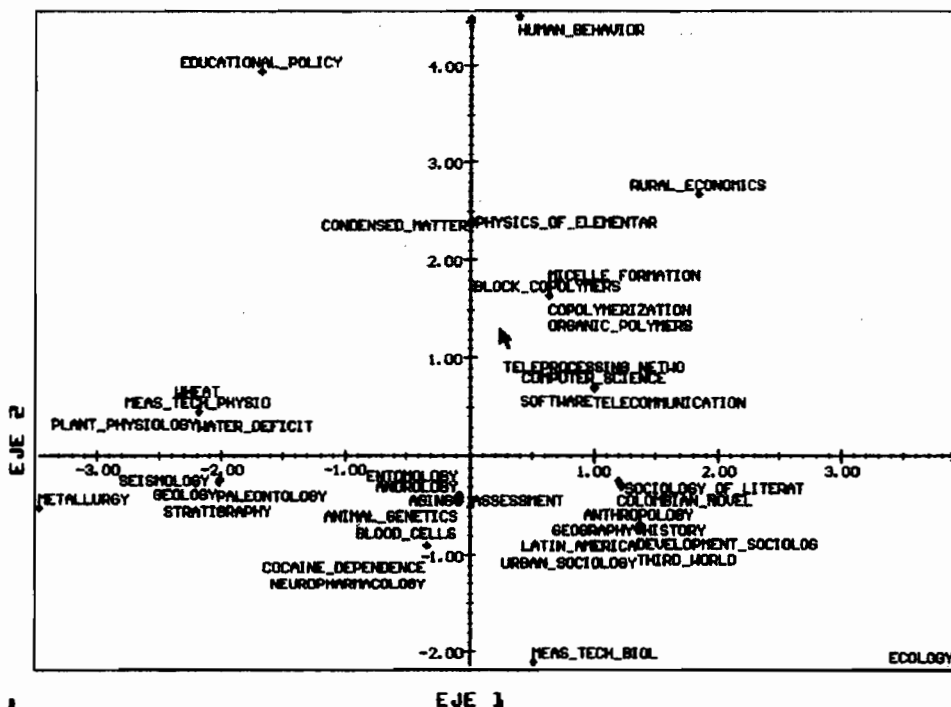


categorías son cada una de las palabras diferentes presentes en los textos. La matriz para los análisis es por lo general una matriz  $n \times p$  en donde  $n$  es el número de textos y  $p$  el número de categorías de la variable léxica, y el análisis es un ACS. En el estudio de la encuesta “Redes Colombia” se ha encontrado que la herramienta puede ser utilizada con éxito en el análisis de información biográfica y en la obtención de cartas científicas a partir de palabras clave. Como ejemplo, la figura muestra el primer plano factorial del tema publicaciones.

#### d) Análisis de Clases

Las tres técnicas anteriores son lo bastante descriptivas como para que con alguna experiencia el investigador pueda forjarse una idea de lo que sucede en la población, a partir de la observación directa de diferentes planos factoriales. Sin embargo para tener una descripción rigurosa de la población estudiada es necesario hacer procesos de clasificación de los datos, el llamado *cluster analysis*, a partir de sus ubicaciones en los planos factoriales. Este proceso permite al final describir la población tal y como es sin perder la realidad multivariante presente en los datos.

**Gráfico 1.1**  
**Primer plano factorial del tema Publicaciones en la diáspora**  
**Analyse des correspondances simples**



### 3. La recolección de la información

La recolección de la información básica se hizo usando varios procedimientos. El primero fue la utilización directa de informaciones recogidas a través de la encuesta Redes Colombia y de los anexos que sobre sus publicaciones fueron adjuntados por quienes la respondieron. El segundo fue la realización de entrevistas a actores de la red. Esto dio lugar a la construcción de seis bases de datos. La primera es la base de datos de la encuesta. Los cuatro capítulos de la encuesta Redes Colombia fueron transferidos a un formato digital en la base relacional construida en la plataforma FOX-PRO. Esta base cuenta con 60 tablas planas que capturan toda la información y a través de sus relaciones se puede obtener, con gran facilidad, datos cruzados. En el capítulo 6, se muestra la estructura de esta base y se han consignado todos los datos producidos ordenados en 5 secciones: *1. Datos generales sobre la encuesta Redes Colombia; 2. Indicadores sociodemográficos ; 3. Indicadores de formación y diferenciación disciplinaria ; 4, Indicadores de campos y áreas de investigación ; 5. Indicadores de producción bibliográfica.*

Aquí presentaremos la estructura de las cinco bases construidas, diferentes a la base general de la encuesta. La primera de ellas trata las publicaciones de los miembros de la red y permite encontrar las áreas del conocimiento en que se producen y publican resultados. La segunda, hace emerger las temáticas de investigación debidas a las actividades de los miembros en la red. La tercera corresponde a las acciones desplegadas por los actores en la constitución y consolidación de la red Caldas y las posiciones frente a los aportes que se cuenta hacer y los beneficios que se espera obtener por la participación en ella, la cuarta permite establecer los tipos de formaciones y las diferenciaciones que se producen debidas a las trayectorias formativas disciplinarias de los miembros de la red. La quinta está orientada mostrar las características laborales presentes en la red. Las informaciones básicas para lograr los diferentes propósitos son, por supuesto, en cada uno de los casos, diferentes, pero es posible establecer relaciones entre los indicadores a que en cada caso dan lugar, mostrando múltiples cualidades de la red y sus dinámicas.

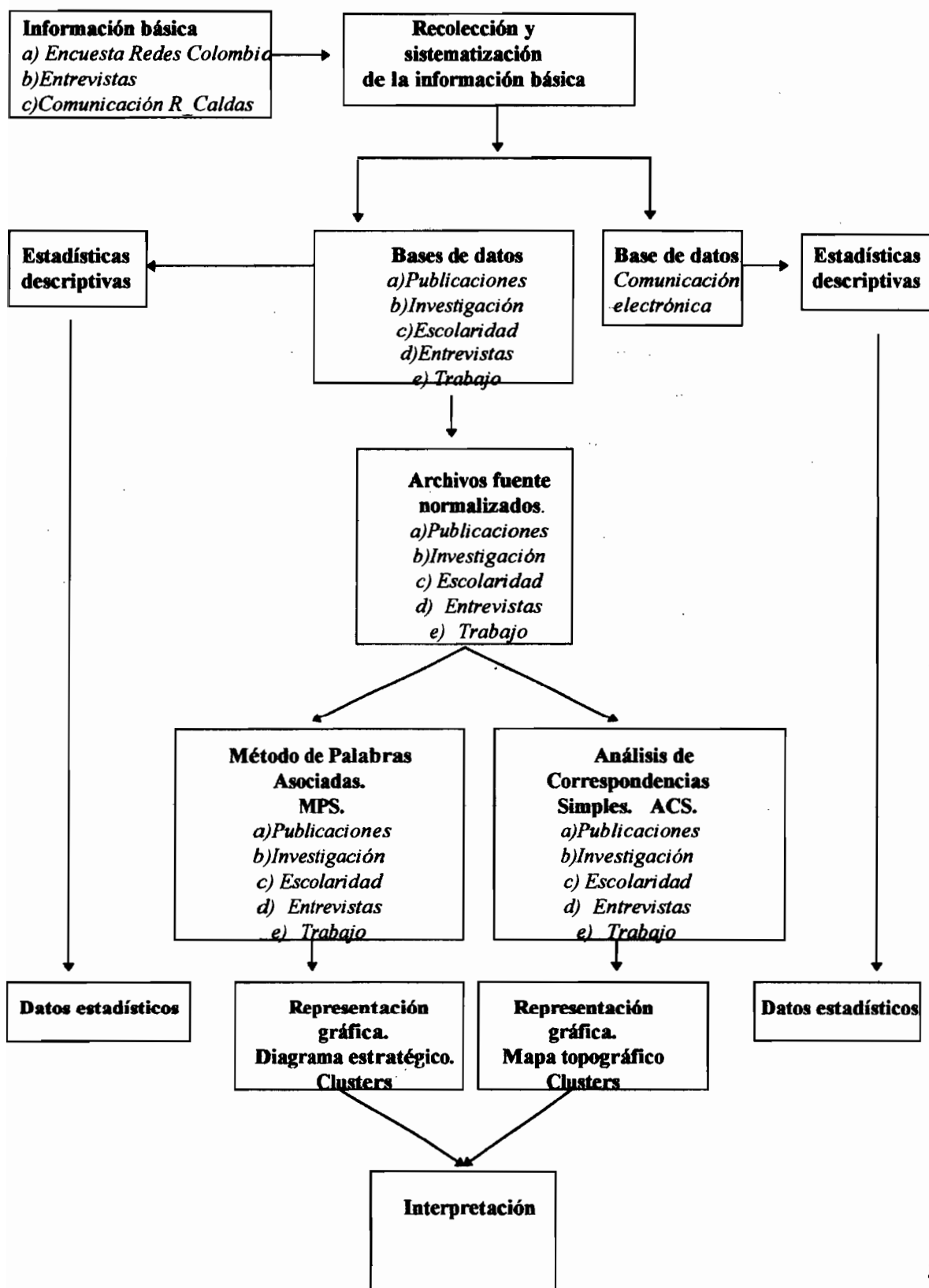
El Gráfico 1.2 muestra el flujo de las informaciones, las transformaciones a las que se las somete para llegar a generar los indicadores sobre publicaciones, investigaciones y escolaridad. En el caso del MPA los clusters están formados por las palabras claves que

representan los temas, las relaciones que existen entre ellas, y el valor de ellas, las relaciones externas, los índices de densidad y centralidad, los textos vinculados a los temas representados por las palabras claves que de él hacen parte. En el caso del ACS los clusters están formados por la cercanía entre las palabras claves y por los documentos que entraron en su constitución.

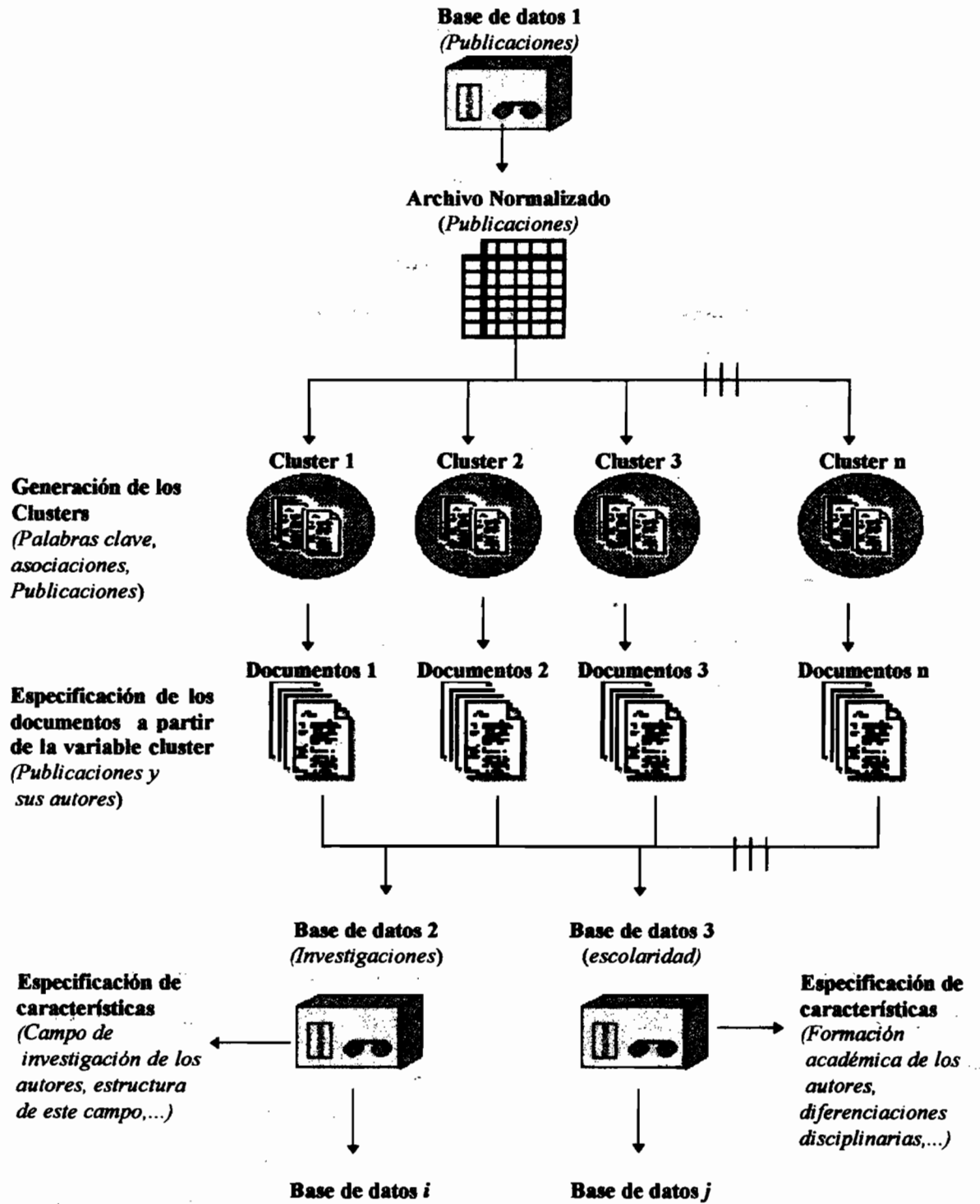
Por definición de un cluster hacen parte los documentos que tienen al menos dos palabras de las que lo constituyen. Esto llevó a definir la variable *Cluster* que permite asignar a cada cluster el conjunto de los documentos que hacen parte de él. Resulta así, que es posible regresar a los textos fuente que se encuentran en las base de datos - Publicaciones, Investigaciones, Escolaridad y Trabajo según el caso, (no se considera aquí el caso de las entrevistas pues éstas tienen un carácter confidencial) - y encontrar quien es el autor o quien es el investigador que trabaja sobre una temática investigativa precisa o cual nivel de su formación académica. Así, por ejemplo, si se parte de un cluster de publicaciones, una simple consulta a la base de datos, especificando alternativamente todas las combinaciones de las palabras tomadas dos a dos, permite conocer explícitamente todos los documentos que hacen parte del cluster y a sus autores. Es posible con base en este conocimiento circular a través de las diferentes bases. En efecto, con el conocimiento de los actores es posible preguntar a la base de Investigaciones por el campo de investigación de los autores y a la base de Escolaridad por su formación académica. Un ejemplo de circulación a través de las bases se muestra en el Gráfico 1.3

Gráfico 1.2

**Sistema de información para la generación de indicadores de CyT.**  
**Diagrama de flujo y de procesamiento de la información.**



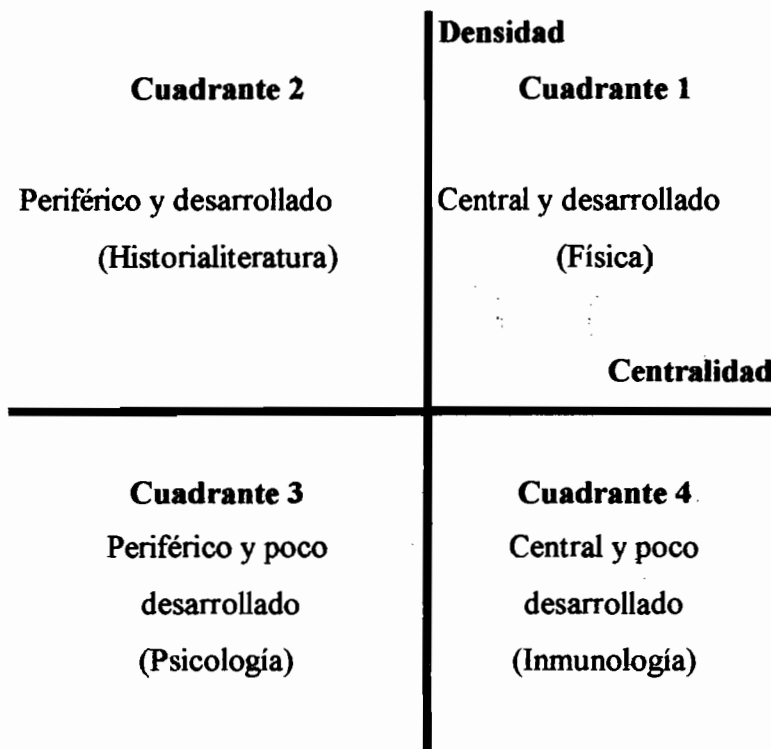
**Gráfico 1.3**  
**Sistema de información para la generación de indicadores de CyT.**  
**Ejemplo de circulación a través de las bases**



#### 4. La interpretación

Los diferentes mapas y clusters generados pueden ser interpretados. En el Gráfico 1.4 se presenta un esquema del diagrama estratégico, donde se muestran características generales de los cluster según la posición que ocupan en el diagrama estratégico.

**Gráfico 1.4**  
**Diagrama estratégico**

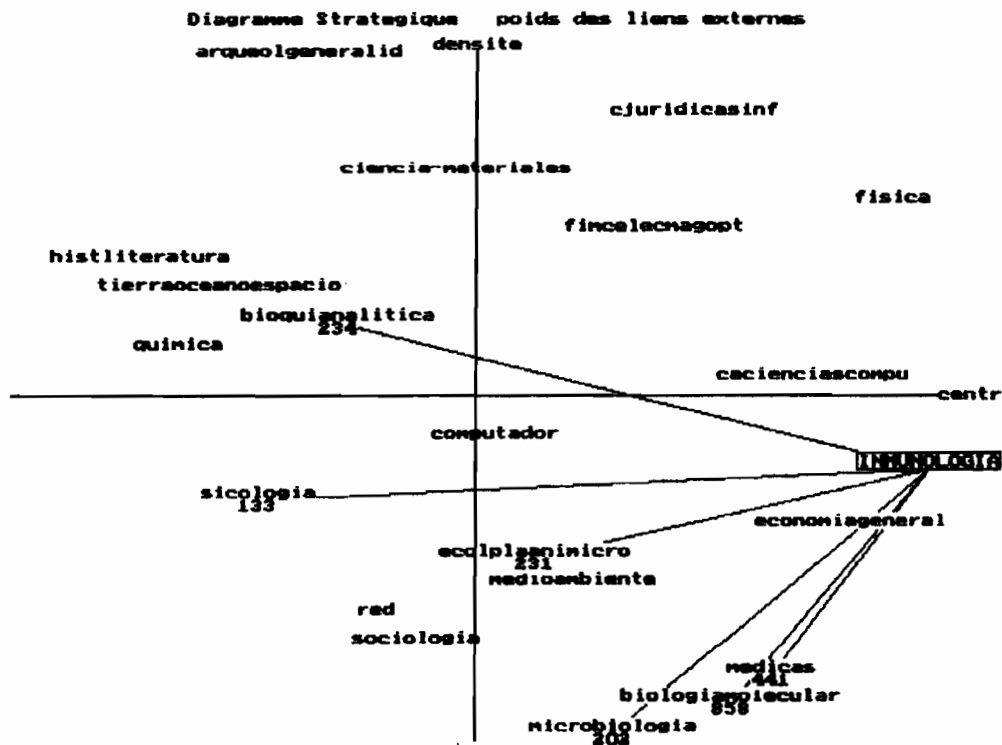


Las agregaciones o cluster que se ubican en el cuadrante 1 son centrales en la red global (están fuertemente conectados a otros clusters) y tienen fuertes vínculos internos que señalan temáticas con un alto grado de desarrollo. Los clusters que se encuentran en el cuadrante 4 son centrales (vínculos fuertes a otros clusters) pero muestran un desarrollo más incipiente (con relaciones internas más débiles) pero que pueden llegar a madurar debido a sus fuertes relaciones externas. En el cuadrante 2 se ubican las temáticas elaboradas

(especializadas) que, por sus escasas relaciones externas, tienen poca influencia sobre el resto. Estas observaciones generales deben, sin embargo, ser matizadas por una interpretación más fina que exige a) un saber especializado en las temáticas y b) la posibilidad de establecer las dinámicas presentes lo que se puede hacer cuando se pueden considerar otras redes o se tiene otros momentos en el tiempo de la red.

El Gráfico 1.5 presenta el Diagrama estratégico derivado del método de palabras asociadas aplicado a los campos de investigación, y se muestran las asociaciones externas del cluster Inmunología, cuyo valor está dado por los números que aparecen al final de la línea que muestra la relación. Así, por ejemplo, la mayor vinculación de *inmunología* la tiene con *la biología molecular* y luego con las *ciencias médicas*.

**Gráfico 1.5**  
**Diagrama estratégico de los campos de investigación**



**l: lns ex, x: cd axa, c: cd cent, flechas: dep, i: lns in, r: ratour, h: hard, Esc: sortie**

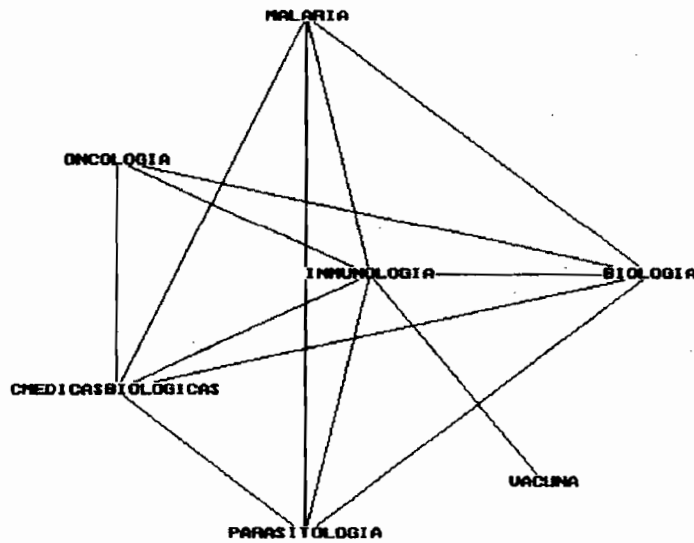
En el Gráfico 1.6 se muestra la constitución interna del grupo *inmunología*: las subtemáticas en que se trabaja (Vacunas, parasitología, malaria) y las relaciones internas

entre ellas. El conocimiento de estas relaciones internas y sus valores, lo que no está mostrado en el Gráfico 1.5, permite una interpretación más precisa.

**Gráfico 1.6**

**Asociaciones internas del grupo de inmunología como temática de investigación**

liens internes supérieurs à 0 de la composante IMMUNOLOGIA



fleches: sup/ajou, h:hard ,Esc: sortie

**5. Base de publicaciones de los miembros de la red.** Esta base hace uso del programa ISIS-Unesco para sistematizar la información bibliográfica, que en este caso corresponde a la lista de las publicaciones de los miembros de la red Caldas. En la encuesta Redes Colombia se pidió que se adjuntara la lista de las publicaciones y se recibieron 380 (el 83%) que corresponde a un total de 3452 publicaciones. Para realizar los análisis se construyó una muestra estadística del 10% del total de las publicaciones referenciadas.

**5.1 La sistematización de la información.** Para capturar la información se diseñó una hoja de trabajo que permite hacer la ubicación bibliográfica tradicional: 1. *Información general:* autores y coautores, título del documento en inglés y en el idioma original, idioma de



publicación, tipo de literatura (literatura blanca, literatura gris)<sup>2</sup>, tipo de documento (artículo, capítulo de libro, libro, ponencia, ...); 2. *Nivel monográfico*: donde se capturan los datos de publicaciones que aparecen de manera esporádica como libros, memorias, capítulos de libro; 3. *Nivel seriado*: datos sobre las publicaciones seriadas, ámbito de la publicación (nacional, internacional, local), nombre la revista, libro o fuente documental donde se encuentra la publicación; 4. *Datos de edición*; fecha y lugar de la fuente de la publicación, . Se distinguen además los tipos de publicación: artículo en revista nacional o internacional; 5. *Eventos*, ubicación del evento en que se presentó el documento que se reseña (para el caso de las ponencias o comunicaciones ); 6. *Resumen o abstract*, para el caso en que se cuente con él. Aquí, sólo se había solicitado la lista de las publicaciones y entonces sólo en un número limitado de casos se tuvo acceso a esta información.

Los títulos de los documentos fueron consignados en inglés y en el idioma original. Con el fin de producir una información elaborada se introdujeron descriptores o palabras claves para cada uno de los documentos. La asignación de las palabras claves se hizo considerando:

a) el título del documento. Esto permite señalar los temas específicos de los que se trata o que se desarrollan en cada uno de ellos;

b) el área del conocimiento en que se ubica el documento. Para ello se tomó como referencia general la estructura de dos bases de datos bibliográficas multidisciplinarias internacionales, la base Pascal para el caso de la ciencia y la tecnología, y la base Francis, para las ciencias sociales y las humanidades. La ubicación de estas áreas del conocimiento

---

<sup>2</sup>Esta clasificación permite considerar documentos por a) su ámbito de circulación y b) por su orientación. En efecto, la publicación puede dirigirse a un círculo más especializado, y corresponde entonces a la difusión de los resultados, a un círculo de lectores ilustrado pero no especializado en el tema que trate, lo que corresponde a la divulgación, o a un público amplio y entonces se trata de la diseminación de resultados. Esta orientación, en donde es el tipo de lector el que cuenta, está relacionada con el ámbito de la circulación. En efecto, las revistas especializadas tienen, en general, una circulación más internacional. Las revistas nacionales son, en general, menos especializadas. La diseminación de la información se hace en revistas generalistas y está orientada por el interés de llegar a la mayor cantidad de lectores, no especialistas, en consecuencia. Por otra parte, la literatura gris "está constituida por los documentos dactilografiados o impresos dirigidos a un público restringido, por fuera de los circuitos comerciales de edición y al margen de los dispositivos de control bibliográficos", AFNOR, Vocabulario de la documentación.

demanda, en general, consultar a obras de referencia : enciclopedias temáticas, diccionarios especializados, thesaurus y, en muchos casos a los mismos especialistas<sup>3</sup>.

La base de datos de las publicaciones puede interrogarse siguiendo los procedimientos convencionales : búsqueda por autor, por título del documento, por nombre de la Revista o libro donde se publicó, por palabras claves. Esto permite responder a los intereses de los usuarios en el nivel de la información bibliográfica.

De más interés para nuestro estudio es la construcción de la información elaborada. Esta tiene dos niveles de estructuración. El primero es el nivel descriptivo, que responde a los intereses de los documentalistas : establecer quien publica, dónde, cuándo, con quién además de las características generales de la publicación: tipo de publicación, ámbito de circulación, país y fecha de la edición, nombre los coautores, etc. El segundo hace uso de los métodos de palabras asociadas y de correspondencias simples y permite la producción de una cartografía socio-cognitiva: el diagrama estratégico y los cluster de las asociaciones entre temáticas para el primer método, los mapas topográficos y los cluster de las temáticas contruidos por el segundo método.

**5.2 Primer nivel de la información elaborada.** Se han elaborado las estadísticas descriptivas de los registros de las publicaciones. El software utilizado permite la consulta de la base de datos según los métodos convencionales que utilizan la lógica booleana. Se trata en este caso de la restitución de la información almacenada con base en las preguntas del interesado. Además, es posible establecer las estadísticas descriptivas básicas: cantidad de artículos, de libros, de documentos de la literatura gris, .... A continuación se presentan algunos de los datos contruidos a partir de la información básica que corresponde a los 345 documentos (10% del total de publicaciones) procesados.

---

<sup>3</sup> El problema de la asignación de las palabras claves que permitan establecer a) el área del conocimiento en que se encuentra y b) el contenido del documento no tiene fácil solución . En el caso de la construcción y permanente alimentación de las grandes bases de datos son los ingenieros documentalistas especializados en cada una de las áreas que cuentan con un thesaurus de palabras claves fijadas de antemano quienes las asignan. La integración al thesaurus de una nueva palabra clave, debida a las dinámicas en las publicaciones, es el resultado de discusiones periódicas entre los especialistas. Esto evita su proliferación incontrolada. En nuestro caso, la asignación de las palabras claves para las publicaciones recurrió a obras de referencia especializadas (diccionarios, Thesaurus, Enciclopedias temáticas) o, a los especialistas, haciendo este trabajo muy dispendioso, razón por la que se decidió construir una muestra estadística del 10% del corpus documental para poder establecer las tendencias en las publicaciones del corpus bibliográfico.

**Tipo de publicación:**

<i>Artículo</i>	223	64,6%
<i>Capítulo de libros</i>	67	19,4%
<i>Informes</i>	9	2,6%
<i>Libros</i>	6	1,74%
<i>Ponencias</i>	33	9,57%
<i>Tesis</i>	6	1,84%;

**Ambito de la publicación:**

<i>Internacional</i>	184	40,87%
<i>Nacional</i>	135	59,13%;

**Tipo de literatura**

<i>Blanca</i>	298	86,38%
<i>Gris</i>	47	13,62%

**Idioma:**

<i>Español</i>	82	23,77%
<i>Inglés</i>	276	74,20%
<i>Francés</i>	5	1,45%

**5.3 Segundo nivel de la información elaborada.** Para la construcción de la información elaborada en este nivel hay que preparar el archivo sobre el que se realizará el análisis. Este se constituye como el conjunto de los registros de las palabras claves de cada uno de los documentos<sup>4</sup>. En el Gráfico 1.7 se da como ejemplo uno de los registros de un documento, en este caso un artículo, donde las tres primeras palabras claves, puestas entre paréntesis, corresponden a su ubicación temática y las otras cuatro, separadas por la línea punteada en el gráfico, permiten ubicar el contenido. El número 54 corresponde a la posición del documento en la base de datos ISIS-Publicaciones y el número 159 es el que se le asignó a la encuesta del autor del documento, lo que permite regresar al documento original cuando sea necesario. Un extracto del archivo de las publicaciones está presentado al final de esta sección

---

<sup>4</sup> Se procesaron en total 343 documento (10% de todas las publicaciones referenciadas).

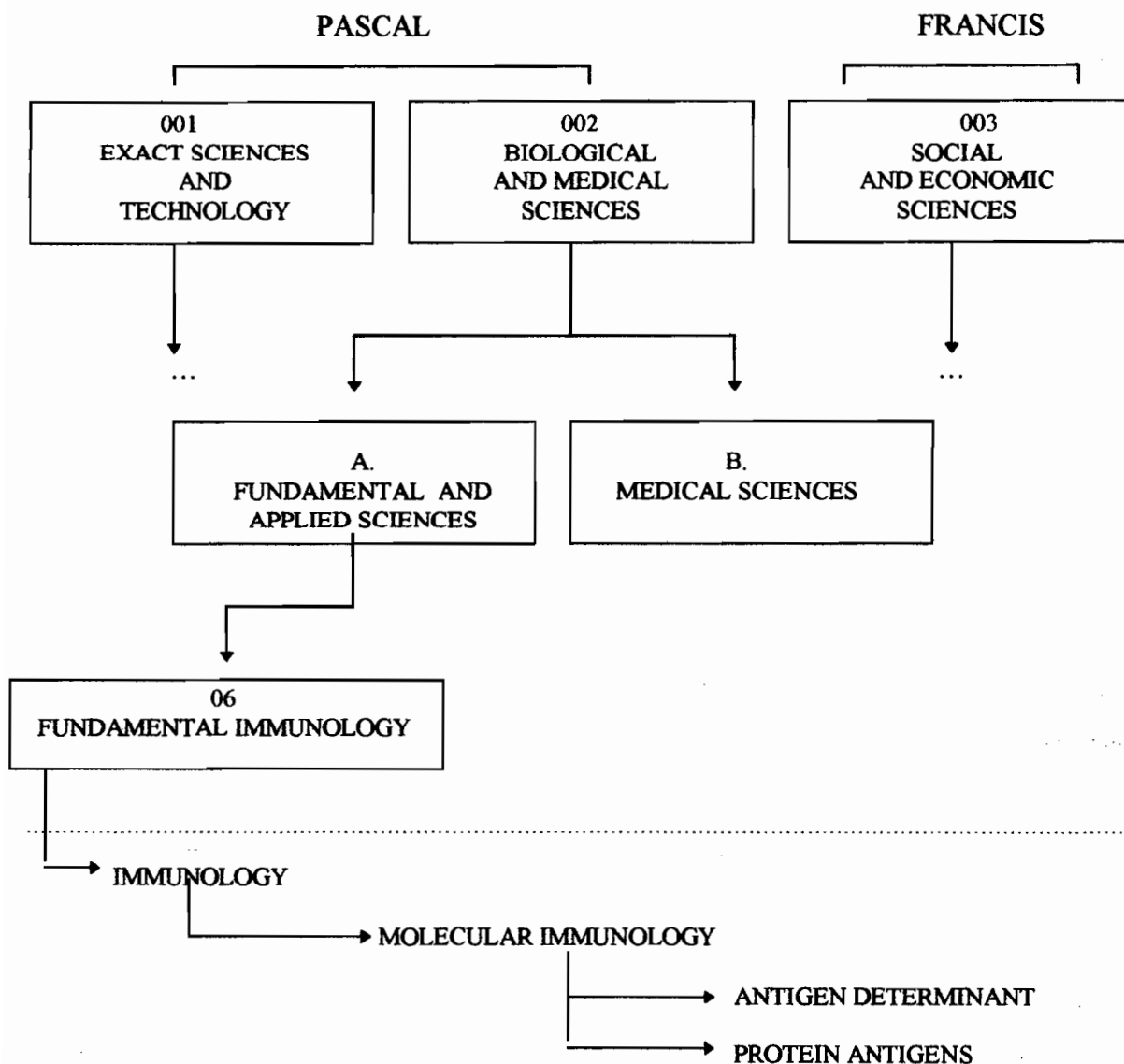
**Gráfico 1.7**

**Ejemplo del proceso de asignación de palabras claves en el caso de un artículo**

**AUTHORS :** MORENO C., ROMAN E., YOUNG D.B.

**TITLE:** MAPPING OF THE HSP70 BINDING SITE ON PROTEIN ANTIGENS.

**JOURNAL :** EUROPEAN JOURNAL BIOCHEMICAL. 2 :22 (1994).



**Keywords:** (BIOLOGICAL SCIENCES), (FUNDAMENTAL AND APPLIED SCIENCES), (FUNDAMENTAL IMMUNOLOGY), IMMUNOLOGY, ANTIGEN DETERMINANTS, PROTEIN ANTIGENS.

ISIS MFN No : 54

RCALDAS SURVEY No : 109

**5.4 Método de las palabras asociadas.** El archivo de las publicaciones generado fue analizado por el método de las palabras claves, haciendo uso del *software* Leximappe<sup>5</sup>, con el fin de poder aprehender globalmente el contenido del corpus bibliográfico. Los diferentes cluster o mapas temáticos de las publicaciones se encuentran en el capítulo 6, en la sección sobre las publicaciones. Para una interpretación de las agregaciones temáticas debidas a las publicaciones encontradas por el método de las palabras asociadas véase supra.

En la Tabla 1.2 se ha construido la síntesis del análisis realizado por el método de las palabras asociadas a los campos de las publicaciones y se señalan los principales parámetros estadísticos : frecuencia de aparición en el corpus documental, número de subtemáticas que hacen parte de la temática, número de los relaciones internas y su densidad, índice de centralidad (multiplicado por cien). Se escogieron como parámetros exteriores  $T = 6, f = 3$

**Tabla 1.2**  
**Síntesis de las temáticas de las publicaciones en la red Caldas**  
**Método de las palabras asociadas**

	Nombre	Frecuencia	A	B	C	D
{1}	Molecular immunology	26	6	8	46	0
{2}	Androl-Diag-Tech	10	5	6	52	2
{3}	Computer Science	13	5	5	46	0
{4}	Case Study-Pubhealth	5	4	6	85	0
{5}	Block Copolymers	11	4	6	83	0
{6}	Meas-tech-Physics	5	4	6	78	0
{7}	Geology	8	3	2	29	0
{8}	Cancer Treatment	7	3	3	34	0

Parámetros externos :  $T = 6 ; t = 3 ; f = 3 ; p = 3$

A. El número de palabras claves que definen la temática ;

B. Número de asociaciones internas.;

C. La densidad, o valor medio de las asociaciones internas multiplicado por mil .

D. La centralidad, o valor medio de las asociaciones externas, multiplicado por cien.

<sup>5</sup>El método de las palabras ha sido el resultado de la colaboración entre Centro de sociología de la innovación-CSI de la Escuela de Minas de Paris y el Instituto nacional para la información científica y técnica-INIST de Francia. El software desarrollado se llama Leximappe y fue gentilmente cedido por el CSI para su uso en nuestra investigación. Una presentación de este método se ha hecho en el Anexo B. Para una discusión más detallada sobre sus premisas teóricas se puede consultar (Callon, Larédo, Mustar, 1995), (Grivel, François: 1995), (Vinck,1991).

**5.5 Método de las correspondencias simples.** El archivo normalizado de las publicaciones fue igualmente procesado por el método de las correspondencias simples y para ello se hizo uso del software Spad-T. A diferencia del método de las palabras asociadas en donde los cluster están estructurados por las asociaciones internas y externas, no hay una estructura en las clases o cluster derivados de la aplicación del MCS y es la cercanía geométrica de las palabras la que tiene un contenido semántico lo que permite, entonces, una lectura más intuitiva pero su interpretación necesita de una cierta experiencia pues se debe tener en cuenta que los temas mejor representados se sitúan en los extremos de los ejes verticales y horizontales y es posible así establecer oposiciones entre temas. La interpretación inicial del mapa topográfico generado correspondiente a las temáticas de las publicaciones se encuentra en el primer capítulo y, en el Capítulo 6 se encuentran los principales cluster identificados.

### **Un extracto del archivo de las publicaciones de la red caldas.**

.....

0005

MO:NEUROPHYSIOLOGY/LEUKEMIA VIRUS/ASSESSMENT

0006

MO:LASER OPTICS/SPECKLE/DIFFUSION/MEASUREMENT TECHNIQUES

0007

MO:PSYCHOANALYSIS/MYTH/IDEALS/ARIADNA'S LINEN/INTERPRETACION

0008

MO:AQUATIC BIOLOGY/ANAESTHETICS/SEPIOTEUTHIS SEPIOIDEA/MEASUREMENT TECHNIQUES

0009

MO:PLANT PHYSIOLOGY/POST-ANTHESIS REMOBILISATION/NITROGEN LOSS/MEASUREMENT TECHNIQUES

.....

0024

MO:GENETIC ENGINEERING/POTATO VARIATION/COMPARISON IN VITRO SYSTEM/OBSERVATION TECHNIQUES

0026

MO:GEOPHYSICS/SEISMOLOGY/FORTHUAKES LOCATION/MEASUREMENT TECHNIQUES

0027

MO:COMPARATIVE LITERATURE/LITERARY MYTHS/MYTHS AND REALITY/ANTIGONA PEREZ

0028

MO:ECOLOGY/TERRESTRIAL ECOSYSTEMS/LEAF AND HERBIVORY DEVELOPMENT/TROPICAL UNDERSTOR(E)Y

0031

MO:HEMATOLOGY/HEMOPATHY/COAGULOPATHY/THROMBIN

0032

MO:STATISTICS/DECISION THEORY/SIMULATION/TRAINING METHOD

0033  
MO:IMMUNOLOGY/LEISHMANIASIS MEXICANA/MACROPHAGE INFECTION

0034  
MO:PHYSICS OF ELEMENTARY PARTICLES/CHARGED KAONS/I-PRONG TAU DECAYS

.....

0350  
MO:EDUCATIONAL PSYCHOLOGY/SPECIAL EDUCATION/VISUAL PERCEPTION/BEHAVIOR MODIFICATION

0351  
MO:METALLURGY/PROCESS MATERIALS/PYROMETALLURGY/ALLOYS/MEASUREMENT TECHNIQUES

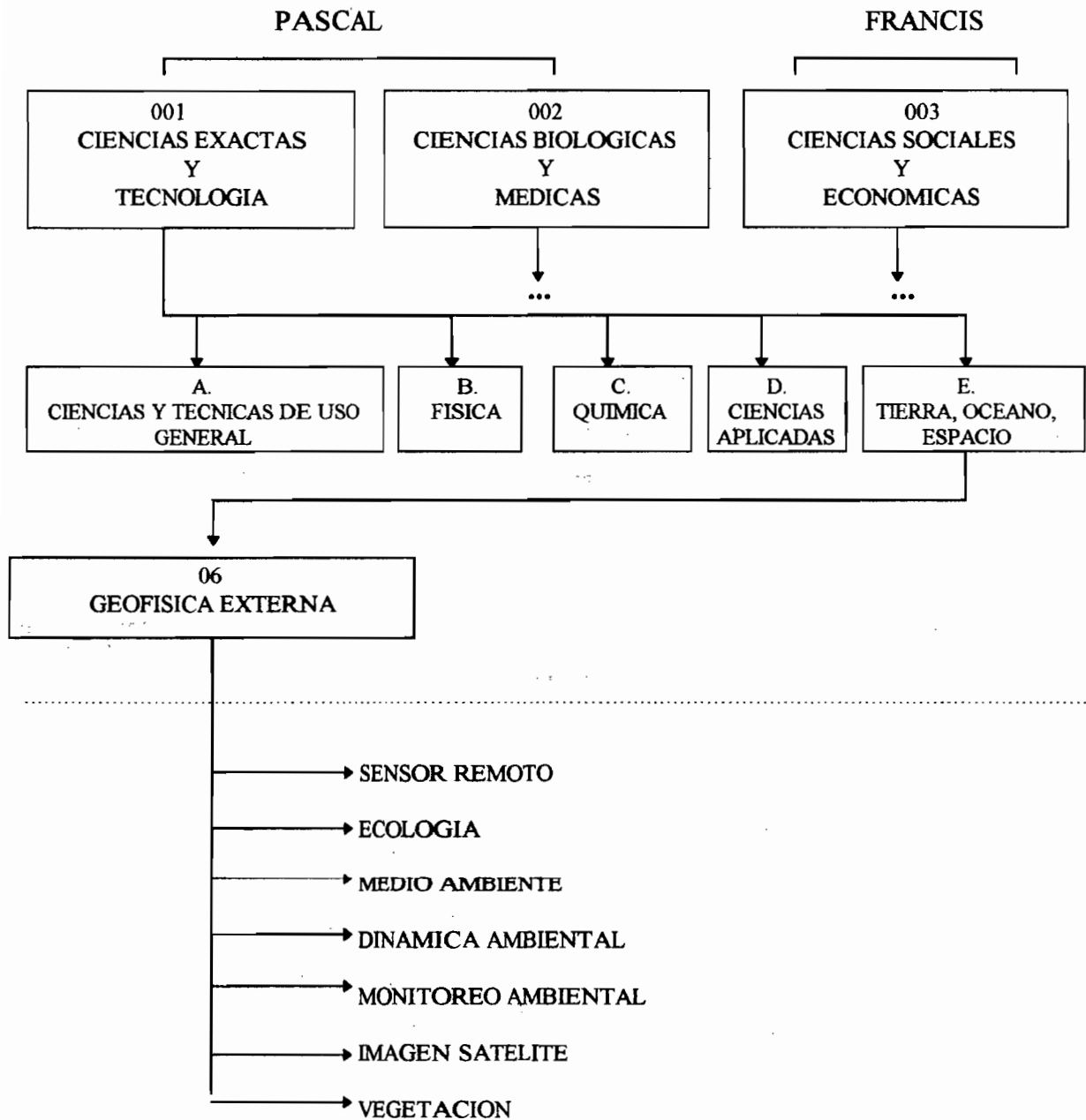
0352  
MO:METALLURGY/NON-ISOTHERMAL REACTION/OXIDATION MAGNETITE PELLETS

...

**6. Base de datos sobre las investigaciones.** La base de datos sobre las investigaciones está formada con las listas de palabras claves que los encuestados propusieron para definir el contenido de la investigación que estaban desarrollando en el momento de responder el cuestionario.

La constitución del archivo se hizo creando un registro para cada una de las listas de palabras claves provistas por respondieron la encuesta al que se agregaron palabras claves que designan las áreas del conocimiento en que se ubican, para lo cual se utilizó la estructura de las bases Pascal y Francis siguiendo el mismo criterio que en el caso de la constitución del archivo de las publicaciones, pero, a diferencia de éste, esta asignación estuvo además orientada por las otras informaciones que quien respondía suministró en la encuesta. Este archivo fue alternativamente tratado por el MPA y por el ACS. Un ejemplo de asignación de palabras claves para un registro se muestra en el Gráfico 1.8. Elementos para la interpretación de los diagrama seestratégico y topográfico se encuentran en la primera parte de este capítulo. Estos dos diagramas y los cluster que se generan se presentan en el capítulo 6, sección de investigaciones. A continuación se presenta la síntesis de las temáticas de investigación en la red Caldas (Tabla 1.3).

**Gráfico 1.8**  
**Ejemplo de asignación de palabras claves en el caso de un tema de investigación**



**Keywords:** (CEXACTAS TECNOLOGIA), (TIERRA OCEANO ESPACIO), (GEOFISICA EXTERNA),  
 SENSOR REMOTO, ECOLOGIA, AMBIENTAL, AMBIENTAL- DINAMICA,  
 AMBIENTAL-MONITOREO, IMAGEN SATELITAL, VEGETACION.



**Tabla 1.3**

**Síntesis de las temáticas de investigación en la red Caldas.  
Método de las palabras asociadas**

	Nombre	Frecuencia	A	B	C	D
{1}	Biología	77	6	9	230	8
{2}	Psicología	30	6	6	210	1
{3}	Ing-Electrónica	14	6	10	320	9
{4}	Csociales	54	6	5	100	2
{5}	Ceducación	44	6	5	120	9
{6}	Ceconómicas	54	6	5	140	0
{7}	Cmédicas	76	6	6	140	5
{8}	CpolíticaJurídi	28	5	5	240	6
{9}	Agrociencias	17	4	3	170	0
{10}	Química	25	4	4	280	1
{11}	Mambiente	19	3	3	280	1
{12}	Artes	19	3	2	220	0
{13}	Matemáticas	19	3	2	290	6
{14}	Ing-Mecánic	17	3	2	250	0
{15}	Física	33	3	3	390	1
{16}	Ing-Sistemas	20	3	2	50	8

Parámetros externos :  $T = 6$  ;  $t = 3$  ;  $f = 3$  ;  $p = 3$

- A. El número de palabras claves que definen la temática ;
- B. Número de asociaciones internas.;
- C. La densidad, o valor medio de las asociaciones internas.
- D. La centralidad, o valor medio de las asociaciones externas.

También se muestra un extracto de este archivo donde el primer número de cada uno de los registros es el asignado a la encuesta, los términos en minúsculas son las palabras que se agregaron para ubicar el área del conocimiento y que corresponden a niveles en las bases Pascal y Francis y los términos en mayúsculas son las propias palabras claves que fueron utilizadas para definir el contenido de las investigaciones en las que desarrollan y participan quienes respondieron la encuesta.

**Extracto del archivo de investigaciones en curso de realización en el momento de la encuesta por miembros de la red Caldas.**

....

0010  
MO:CMedicasBiologicas/Sicologia//CULTURA-COMPARACION/NEUROCIENCIAS/SICOLOGIA-SOCIAL

0011  
MO:CMedicasBiologicas/Medicas/CMedicaGeneral/ODONTOLOGIA-GENERAL/INVESTIGAC-CLINICA

0012  
MO:CMedicasBiologicas/Biologia/Inmunologia/ANTICUERP-MONOCL/ANTICUERP-MONOCL/CANCER-  
DIAGNOSTICO/ONCOLOGIA/RADIOISOTOPO

0015  
MO:CMedicasBiologicas/Medicas/CondVidaEstud/ALIMENTACION/ALIMENTAC-DEFICIENCIA/ALIMENTAC-  
NUTRICION/ALIMENTACION/PATOLOGIA-DESNUTRIC

0016  
MO:CExactasTecnologia/Fisica/FiFenomeApli/FISICA-OPTICA/CRISTAL-FOTOREFRACT/CRISTALES/HIBRIDO-/IMAGEN-  
PROCESAMIENTO/INTERFEROMETRIA/METROLOGIA-OPTICA/OPTICA/OPTICA-DIGITAL/OPTICO-DISPOSITIVO

0017  
MO:CExactasTecnologia/Fisica/FiFenomeApli/METROLOGIA-OPTICA/ENSAYOS-NO-DESTRUC/IMAGEN-  
PROCESAMIENTO/INTERFEROM-DIGITAL/INTERFEROMETRIA/LUZ/LUZ-ESTADISTICA

0018  
MO:CMedicasBiologicas/Medicas/Infecciones/INFECTOLOGIA-GENERAL/NEUMONIA/RIESGO-FACTOR/TERAPIA-  
INTENSIVA/URINARIA-INFECCION

0019  
MO:CExactasTecnologia/Fisica/FiMCEstrMecPTerm/FISICA-SUPERFICIES/SUPERFICIE

0020  
MO:CExactasTecnologia/CienAplicadas/CACienciasCompu/PROCE-DIG-SENALES

0021  
MO:CMedicasBiologicas/Biologia/MicroBiologia/EFFECTOS-DROGAS

0022  
MO:CSocialesEconomicas/EconomiaGeneral/EconInternacional/COMERCIO-INTERNAL/COMERCIO-  
INTERNAC/INTERNACIONALIZACION

0023  
MO:CMedicasBiologicas/Biologia/MicroBiologia/VIROLOGIA/COMPARACION/PREVALENCIA/VIRAL-INCIDENCIA

0024  
MO:CSocialesEconomicas/Educacion/PoliticaEducacion/PLANEAC-EDUCATIVA/ENSENANZA-SICOLOGIA

0025  
MO:CExactasTecnologia/Fisica/FiFluiPlasDElect/FISICA-PLASMA

0026  
MO:CExactasTecnologia/TierraOceanoEspacio/GeofisicaExter/SENSOR-REMOTO/ECOLOGIA/AMBIENTAL/AMBIENTAL-  
DINAMICA/AMBIENTAL-MONITOREO/IMAGEN-SATELITE/VEGETACION

0028  
MO:CSocialesEconomicas/Sociologia/ComunicaciOn/TECNOLOG-VIDEO/CINE/CINE-CONTEMPORANEO/CINE-  
HISTORIA/DEFINICION-ALTA/VIDEO-FORMATO

0029  
MO:CExactasTecnologia/CienAplicadas/CACienciasCompu/RECONOC-LETRAS-DOC/CARACTERES-RECONOC/IMAGEN-  
PROCESAMIENTO/VISION-COMPUTADOR

....

**7. Base de datos de entrevistas<sup>6</sup>.** La realización de entrevistas buscó establecer la percepción que sobre el proyecto de constitución de la red Caldas tenían los entrevistados, las contribuciones que los diferentes actores sociales hacían o habían hecho a la constitución de la red. A partir del análisis de sesenta y cuatro entrevistas realizadas durante 1994 y 1995,

<sup>6</sup> Las entrevistas en el exterior de Colombia fueron realizadas, en su gran mayoría, por Jacques Gaillard, Bernard Schlemmer, investigadores del ORSTOM y Nora Narváez-Berthelemot del Cich-Unam.

es posible establecer las modalidades que tomaron los compromisos de los diferentes actores. Se consideró que formulaciones explícitas se podía extraer, también una información sobre lo que se consideraba el deber ser de la red. Así, por ejemplo, cuando se criticaba negativamente la existencia o no existencia de una determinada característica, condición o cualidad se interpretó que esta era indeseable o deseable, según el caso.

Para su análisis se constituyó una base de datos relacional construida a partir de las reseñas hechas por los miembros del equipo que las realizaron. Cada una de ellas se consideró como un documento al que se le asignaron una serie de descriptores o palabras claves que establecieran un perfil semántico del documento. Esto permitió la constitución del archivo sobre las entrevistas y su tratamiento por el MPA y el ACS. Una interpretación de los diferentes mapas generados permitió hacer una reconstrucción de la génesis de la red, su conformación y los procesos de consolidación (Capítulo 2)..

### **Extracto del archivo de las entrevistas realizadas.**

001

MO: Correo electrónico/Relación Colciencias/Proyecto robotica/Evaluación proyectos/Transferencia tecnología/Financiación proyecto/Investigación-industria/Actor investigación

002

MO: R-Caldas/Aprendizaje/Base datos/Red temática/Soporte tecnológico/Actor investigación/Estructuración nodo/Proyecto interior-exterior/Internalización/Pasantía/Nodo Colombia/Circulación información/Consulado

003

MO: Creación nodo/Infraestructura telemática/Relación interior-exterior/Retorno/Base datos/Diferenciación/Pasantía/Documentación

004

MO: Derechos humanos/Diferenciación/Creación nodo/Aprendizaje/Retorno/Internacionalización/Consolidación

005

MO: Infraestructura telemática/Aprendizaje/Normalización/R-Caldas/Colect

006

MO: Legalización/Comunicación/Retorno/Necesidades nacionales/Ministerio R.E/Proyecto investigación/Inversibilización/Normalización/Red/Pasantía/Documentación/Investigación-industria

007

MO: Infraestructura telemática/Legalización/Infraestructura administrativa/Ministerio

0A7

MO: R.E./Fidelización/Normalización/Relación interior exterior/Investigación-industria/Cooperación internacional/Pasantía/Diferenciación/Retorno/Integración

008

MO: Creación nodo/Proyecto investigación/Financiación/Legalización/Infraestructura funcionamiento/Ministerio R.E./Comunicación

.....

**8. Base de datos sobre las formaciones disciplinarias.** La constitución del perfil disciplinario de la red, entendido como la distribución de las formaciones alcanzadas por los miembros y según las áreas del conocimiento se basó en las respuestas al Item 1.3 *“Indique, para los títulos que ha obtenido (pregrado, posgrado, doctorado, otro) : Título, Disciplina, Institución, País, Mes/año”*. Fue posible, entonces, elaborar las estadísticas descriptivas relacionadas con la escolaridad<sup>7</sup>. La información recibida permitió además introducir la noción de diferenciación disciplinaria que permite establecer los procesos de diferenciación que a través de los estudios académicos formales realizados por los miembros se van dando en la red. Estas formaciones acumuladas se constituyen, en primera instancia, en una reserva de conocimientos especializados a los que es posible apelar para propósitos definidos como por ejemplo, responder a una de las necesidades que está en la base de la creación de la red Caldas: la creación de bases de conocimientos, de formaciones y de experiencias a las que sea posible apelar para evaluar y orientar los proyectos de investigación y las políticas científicas. Un grado de especificación mayor llevó a establecer los perfiles disciplinarios por país, entendidos como la distribución de los grados obtenidos en un país en las diferentes disciplinas, lo que permitió encontrar los lugares preferenciales a los que se desplazan los migrantes colombianos para seguir estudios especializados en disciplinas particulares.

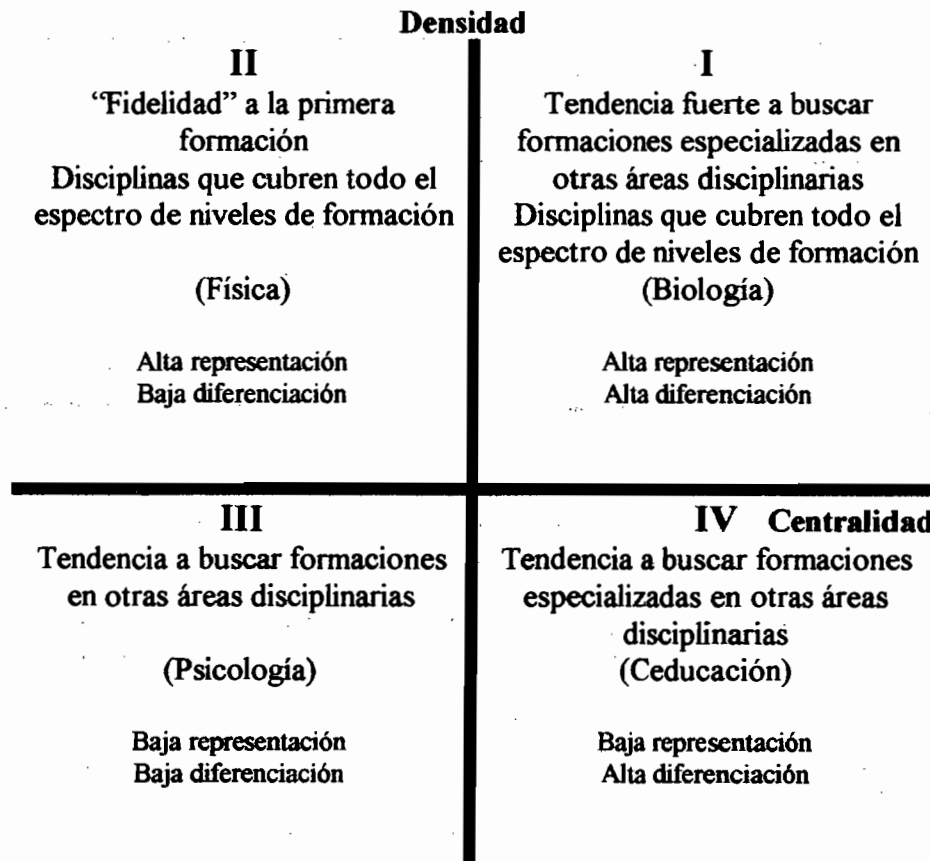
La noción de diferenciación disciplinaria permitió además establecer a) las diferenciaciones que a través de estudios especializados se van construyendo a partir de las formaciones de base y b) una clasificación, basada en las condiciones particulares nacionales, de estas diferenciaciones. Para lograrlo se consideró la idea de trayectoria en la formación académica como la secuencia de los estudios realizados. Cada uno de las disciplinas, subdisciplinas o especializaciones seguidas por cada uno de los miembros de la red se constituyó en un registro y se construyó el archivo de todos los registros. Utilizando el MPA y el ACS se obtuvieron cuatro grandes clases de formaciones según tuvieran a) una alta o baja representación en la distribución de las formaciones presentes en la red y b) según se encuentren como una formación que se diversifica ya sea porque sirve de base para seguir

---

<sup>7</sup>Una síntesis de las distribuciones según áreas del conocimiento en las formaciones de pregrado y su comparación con las distribuciones de las formaciones en los estudios postgraduados se presenta en el Capítulo 2, “Génesis, conformación y consolidación de la red Caldas”.

estudios especializados en la misma área o permita pasar, en tanto que conocimiento de base, a otras áreas del conocimiento (Gráfico 1.8).

**Gráfico 1.8**  
**Las trayectorias de formación y las diferenciaciones disciplinarias**  
**Esquema del diagrama estratégico**



Esta clasificación permitió encontrar que hay formaciones en las que quienes la poseen mantienen gran “fidelidad” a esa formación primera, como es el caso de la física (que se ubica entonces en el cuadrante superior izquierdo II) y otras que tienden a buscar formaciones especializadas en otras áreas disciplinarias como es el caso de la Biología (cuadrante I). Otras disciplinas se constituyen en formaciones de base para proseguir estudios especializados en áreas afines, como la medicina, las ciencias de la educación (Cuadrante IV). Igual tendencia, pero con énfasis menores en la opción por algunas formaciones especializadas se encuentran las disciplinas que se ubican en el cuadrante III,

como el caso de la Psicología. Las relaciones externas de cuatro casos representativos se presentan en el Tabla 1.4 donde se señala entre paréntesis los valores de sus relaciones externas con otras disciplinas.

**Tabla 1.4**  
**Ejemplos de diferenciación de disciplinaria en la red Caldas**

	<b>Biología</b> (Cuadrante I)	<b>Física</b> (Cuadrante II)	<b>Psicología</b> (Cuadrante III)	<b>Ceducación</b> (Cuadrante IV)
<b>Diferenciación disciplinaria en</b>	Cmédicas (196)	Ceducación (102)	Ceducación (102)	Matemática (586)
	Mambiente (153)	Ing-electrónica	Csociales (29)	Psicología (127)
	Agrociencias (12)	(8)	Cmédicas	Física (102)
	Química (5)		(5)	Csociales (94)
				Cmédicas (5)

**Tabla 1.5**  
**Síntesis de las agrupaciones disciplinarias en la red Caldas**  
**Método de las palabras asociadas**

	<b>Nombre</b>	<b>Frecuencias</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
{1}	<b>Biología</b>	77	6	9	23	1
{2}	<b>Psicología</b>	30	6	6	21	9
{3}	<b>Ing-electrónica</b>	14	6	10	32	9
{4}	<b>Csociales</b>	54	6	5	10	2
{5}	<b>Ceducación</b>	44	6	5	12	9
{6}	<b>Ceconómicas</b>	54	6	5	14	5
{7}	<b>Cmédicas</b>	76	6	6	14	5
{8}	<b>Cpolitica jurid</b>	28	5	3	24	0
{9}	<b>Agrociencias</b>	17	4	3	17	0
{10}	<b>Química</b>	25	4	4	28	9
{11}	<b>Mambiente</b>	19	3	2	22	0
{12}	<b>Artes</b>	19	3	2	29	6
{13}	<b>Matemática</b>	19	3	2	29	6
{14}	<b>Ingmecánica</b>	17	3	2	25	0
{15}	<b>Física</b>	33	3	3	39	1
{16}	<b>Ing-sistemas</b>	20	3	2	5	8

Parámetros externos :  $T = 6$  ;  $t = 3$  ;  $f = 3$  ;  $p = 3$

- A. El número de palabras claves que definen la temática ;
- B. Número de asociaciones internas.;
- C. La densidad, o valor medio de las asociaciones internas
- D. La centralidad, o valor medio de las asociaciones externas (multiplicada por cien).

En la Tabla 1.5 se ha construido la síntesis del análisis realizado por el método de las palabras asociadas a los campos de formación y se señalan los principales parámetros estadísticos : frecuencia de aparición en el corpus documental, número de subtemáticas que hacen parte de la temática, número de los relaciones internas y su densidad, índice de centralidad (multiplicado por cien).

**9. Base de datos sobre actividades laborales.** La identificación del acumulado de experiencia laboral puede ser representado por el número de contratos que los individuos han realizado, incluyendo los que realizaban en el momento de la encuesta. Aquí, el interés está centrado en la reconstrucción de la vida laboral en la red. La unidad de análisis, para este caso, son los contratos y no los individuos quienes pueden haber asignado más de un contrato laboral. En las preguntas I-3 y II-2 de la encuesta se indagó por el campo disciplinario de trabajo, el tipo de actividad y el país de realización de esa actividad.

Para la construcción y codificación de esta base, en el caso de los campos disciplinarios de trabajo, se utilizó la misma estrategia seguida en la construcción de los archivos anteriores y la agregación se realizó según los niveles segundo y tercero de la clasificación de Pascal o Francis. Los tipos de actividad se clasificaron en 11 categorías<sup>8</sup> y los países se unificaron según áreas continentales. El fichero normalizado queda entonces compuesto de 3 variables de análisis (campo, actividad, región) que tomadas dos a dos (campo-actividad y campo-región) son procesadas a través del ACS y del MPA. Estos resultados son presentados y analizados en el capítulo 5.

---

<sup>8</sup> 1. Investigación, Docencia ; 2. Trabajo en consultorios (Médicos, odontólogos, psicólogos, psiquiatras, y otros profesionales de la salud) ; 3. Programación y software, Consultorías y asesorías ; 4. Diseño y construcción ( Diseño y elaboración de obras civiles, máquinas y otros artefactos) ; 5. Dirección y planeación (Diferentes al comercio y actividades productivas), 6. Administración (gerencia, administración) ; 6. Otras actividades relacionadas con el mercado) ; 7. Artistas, Producción, Laboratorio (Asistentes y aprendices).

## Capítulo 2

### GÉNESIS, CONFORMACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA RED CALDAS.

La red Caldas es un objeto social en construcción. Los resultados alcanzados permiten establecer su génesis, formación y consolidación. Estos momentos de su construcción y desarrollo se estudiarán a partir de las formulaciones hechas por quienes fueron sus actores determinantes. Para ello se realizaron entrevistas en diversos países por investigadores asociados al proyecto “El brain drain revisited a través del caso colombiano. Estudio de la red Caldas”<sup>9</sup>. La percepción que sobre la red tienen sus miembros se complementará con algunos de los resultados de la encuesta Redes Colombia. Esta primera parte permite captar la dimensión social de la red Caldas en un nivel microsociológico, el de la creación de nuevas estructuras cognitivas y sociales por la acción directa de y entre los actores, de los aprendizajes y las normalizaciones que estas acciones van progresivamente constituyendo y cuya sedimentación es una adquisición que deviene base para el desarrollo de las posteriores acciones. La caracterización de grupos diferenciados por sus posiciones frente a las aportes que cuentan hacer y los beneficios que piensan obtener por su participación en la red permitirá captar un segundo nivel de la dimensión social de la red. La segunda parte busca establecer las potencialidades científicas y tecnológicas sobre las que puede apoyarse el paso a su constitución como red socio-técnica por la identificación de lo existente, por la ubicación de los dispositivos y de los elementos cognitivos movilizados y movilizables que se constituyen en la acumulación socio-técnica de la red, y que deviene un fondo común disponible para una comunidad de investigación. Para ello se utilizarán métodos cuantitativos e infométricos de análisis de publicaciones, de temáticas de investigación, de perfiles disciplinarios que permitan vincular lo que aparece en forma

---

<sup>9</sup>Se realizaron 73 entrevistas a funcionarios (4), a técnicos que participaron en la creación en la red de comunicación electrónica R-Caldas (2), a miembros activos o asociados a la red (67) ubicados en 16 países, por los investigadores del proyecto con sede en París, Washington, Viena, México y Colombia.



dispersa para hacer emerger las agregaciones y las estructuraciones internas de los diferentes elementos.

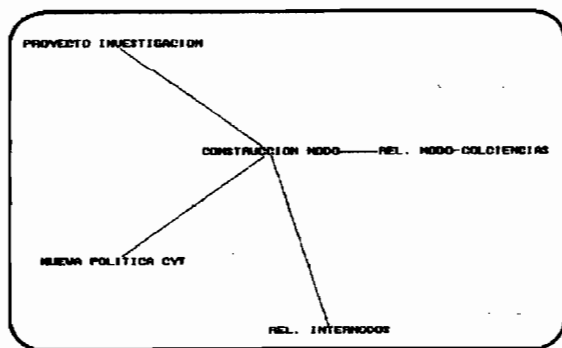
## **1. LA RED CALDAS COMO RED SOCIAL.**

La constitución y consolidación, aún en curso, de la red Caldas es un complejo proceso en el que convergen múltiples factores. En su inicio, marcada por el interés explícito por parte del Estado de internacionalizar la ciencia y la tecnología, de exponerla a las normas de calidad y de evaluación, el proyecto encuentra su apoyo en la voluntad y el interés de los intelectuales emigrados por trabajar por el país y en los grupos de investigación establecidos en Colombia por entrar en relaciones de trabajo con investigadores establecidos en el exterior. El llamado para que quienes participan en redes de investigación en el exterior lleguen a ser evaluadores de los proyectos nacionales presentados para obtener financiación, la formulación por parte de Colciencias -la institución que tiene como encargo orientar las políticas científicas nacionales- de un nuevo compromiso que busca la articulación de una comunidad científica interior con los investigadores emigrados que pueden, entonces, considerarse miembros activos para participar en la orientación de las políticas científica y ser reconocidos como miembros activos en el exterior de la comunidad científica nacional, creó las condiciones para empezar una movilización alrededor de lo que se puede considerar son elementos de un nuevo pacto social en el campo de la ciencia y la tecnología nacional.

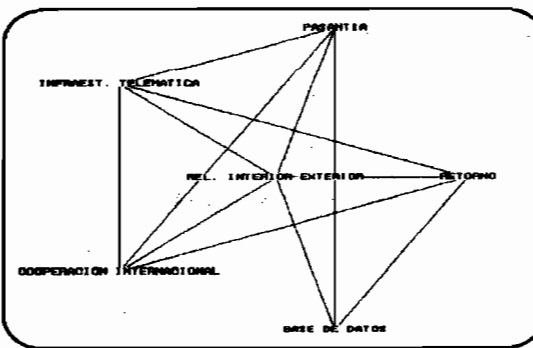
A partir del análisis de setenta y tres entrevistas realizadas durante 1994 y 1995 es posible establecer las modalidades que tomaron los compromisos de los diferentes actores y las acciones que desplegaron en el proceso de constitución de la red. Las entrevistas estaban orientadas a establecer la percepción que se tenía de la propuesta de la red, el nivel de relación y de compromiso que despertaba el proyecto de su construcción, y las acciones que se veían necesarias y en las que eventualmente el entrevistado participaba o creía que se debían enfrentar. Se procedió a constituir una base de datos con estas entrevistas. Cada una de ellas se consideró un documento al que se le asignaron una serie de descriptores o palabras claves que permitían establecer las contribuciones del entrevistado a la formación y consolidación de la red, su posición frente a ella, las temáticas que les interesaban y los

problemas que encontraban para su desarrollo en tanto que red de investigación. La copresencia de varias temáticas en los documentos se interpretó como asociaciones y relaciones entre ellas hechas por el entrevistado y consideradas importantes por él.

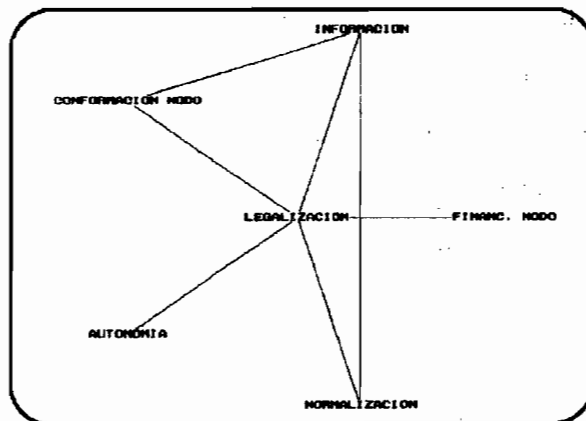
**Gráfico 2.1.**  
**Construcción de la red.**



**Gráfico 2.2**  
**Relaciones y externas**



**Gráfico 2.3**  
**Aprendizajes y acumulación.**



Esto permitió, con base en el método de las palabras asociadas<sup>10</sup>, establecer un mapa topográfico que representa los efectos de las actividades individuales pero cuyo efecto conjunto va determinando cualidades y características generales de la red. Se muestran los tres *clusters* ubicados en los gráficos 2.1 a 2.3. Los nombres que se le asignaron corresponden a las palabras que en cada caso representan la temática más importante o uno que interpreta más el sentido de las temáticas interiores y de sus asociaciones. Una interpretación derivada de las consideraciones sobre su estructura interior y de las relaciones entre las diferentes temáticas está dada en los puntos 1.1 a 1.3 a continuación.

**1.1 La construcción de la red.** La recepción y las expectativas generadas por el discurso oficial sobre la nuevas políticas nacionales de CyT pusieron en movimiento, inicialmente sin que se limitara la participación, a estudiantes avanzados, a investigadores con experiencia, a profesionales en ejercicio cuya relación con el país, en la mayoría de los casos, era más bien lejana o crítica.

En el proceso de construcción de las asociaciones locales o nodos<sup>11</sup> uno de los primeros problemas que se debía solucionar era contar con una infraestructura de funcionamiento que asegurara la continuidad: sitios de reunión, medios técnicos para la comunicación por vía electrónica, la clarificación de las relaciones de los nodos con Colciencias -institución estatal de donde partió la iniciativa de vinculación a los nacionales inmigrados-, y de los vínculos con otros nodos de la red. La construcción de los nodos es el resultado de la acción localizada de actores sociales que conforman y definen el espacio propio, negocian las condiciones de su existencia y permanencia con las instituciones interesadas, establecen las modalidades de funcionamiento y administración internos. El discurso oficial es tomado en consideración para desplegar las actividades pero son las estrategias locales puestas en operación por los miembros las que articulan la acción

---

<sup>10</sup>Este método considera las palabras claves como indicadores del contenido de los documentos y su co-presencia permite poner en evidencia la estructura de las relaciones entre los referentes de esas palabras, es decir, entre las temáticas (Capítulo 1).

<sup>11</sup>Los nodos son asociaciones que vinculan localmente a los miembros, inicialmente en las ciudades donde hay una relativa densidad y, que en la mayoría de los casos toman el nombre del país en donde se encuentran. En ocasiones, hay varios nodos en un mismo país y, entonces, adoptan el nombre de la ciudad. Cada uno de ellos es independiente y autónomo en su administración.

complementaria de los diferentes actores. La cooperación de los servicios consulares locales, permitió incrementar la capacidad de convocatoria a los colombianos en el exterior y resolver problemas materiales inmediatos: lugares de reunión, acceso a medios de comunicación, diseminación de documentos internos.

En esta primera fase de construcción de la red se emprendió una reflexión sobre el sentido y la orientación que debía tener una red de investigadores en el exterior y el tipo de las relaciones que debían tenerse con el país. Desde el punto de vista de las finalidades de la red, se consideraba prioritario clarificar el tipo de proyectos de investigación que pueden establecerse con grupos colombianos, y sus orientaciones, lo que condujo a reflexionar sobre los vínculos que deben existir entre la investigación y la industria, entre ésta y la universidad y, en general con el polo científico, y sobre las acciones que permitirían un acercamiento entre todos ellos. Las discusiones muestran ya una más fina percepción del problema de la utilidad de la investigación, inducida claramente por los miembros de la diáspora cuya experiencia les ha mostrado que la actividad investigativa orientada es una práctica corriente en los países industrializados, lo que contrasta con la débil articulación de los polos científico y tecnológico que hay en Colombia.

**1.2 Las relaciones internas y externas de la red.** La emergencia de la red estuvo sostenida por las asociaciones locales ya presentes entre los miembros colombianos, en particular en la red Colext que vinculaba a través de una lista de correo electrónico a muchos colombianos en el exterior. La diferenciación y la constitución de la red Caldas como una unidad con propia identidad, suscitó durante la primera fase de su constitución, discusiones sobre la realidad de las afirmaciones sobre la nueva política científica, su pertinencia, su orientación, su origen y el lugar que allí podía ocupar una nueva asociación de intelectuales interesados en el desarrollo de las capacidades científicas nacionales.

Las dinámicas de construcción de la red indujeron progresivamente diferenciaciones en su interior basadas en los niveles de formación, en las áreas de trabajo y en las condiciones en que desarrollaban sus actividades de estudio, de investigación o de trabajo de los asociados. Una primera diferenciación establece una jerarquía entre estudiantes avanzados e investigadores en ejercicio. Se consideraba que los primeros aún debían recorrer el camino que les permitiera insertarse en las redes investigativas locales y que sus expectativas

actuales sobre los beneficios que les podía aportar la red estaban más vinculados a su futuro profesional que a su situación actual, en tanto que los segundos eran quienes, basados en el reconocimiento ganado y en las competencias poseídas, podían efectivamente lograr las cooperaciones y alcanzar resultados concretos: aportes desde su posición y competencias específicas, capacidad para proponer y realizar proyectos conjuntos, de negociar con organismos de su área de trabajo, de conseguir recursos y financiaciones, de orientar e inducir transformaciones en el sistema nacional de ciencia y tecnología. Podían, además, contribuir desde sus conocimientos específicos a la infraestructura técnica de la red. Así, por ejemplo, la comunicación por vía electrónica, de los miembros del nodo de París se realiza bajo la dirección de un especialista en el campo.

Una segunda diferenciación comenzó a delinearse entre las ciencias sociales y las humanidades, por un lado, y las ciencias duras y la tecnología, por el otro. Asociada a las densidades y las tradiciones de trabajo locales de cada una de estas agrupaciones, puso en evidencia una lucha por la definición de las orientaciones políticas de la red. La participación de los representantes de las ciencias duras aplicadas en tanto que especialistas en su campo estaba acompañada de consideraciones sobre las condiciones de desarrollo de la red y de su orientación práctica y en esto penetraban en el campo de la práctica de la sociología y la política de la ciencia, dominio que es considerado propio de los científicos sociales. La preparación de diferentes proyectos concretos (en informática, física, medicina, por ejemplo), fueron especificando a los actores en el campo de la CyT, en tanto que la preparación de eventos en que se reflexionaba sobre las características de hacer ciencia, sobre el estado de la ciencia nacional, o sobre las modalidades contemporáneas de evaluación de la actividad científica eran consideradas actividades propias, aunque no exclusivas, de los científicos sociales. Esta diferenciación permite que se alcance una especificidad en las acciones desarrolladas debida a las áreas de trabajo -la movilización alrededor de proyectos concretos por parte de los primeros, de acciones más de tipo *forum* en los segundos- y tiene como posible consecuencia una complementariedad cuyos frutos aún están por verse.

Otros intentos de diferenciación según las áreas corresponden a la creación de listas temáticas de correo electrónico cuyos resultados aún no son concluyentes<sup>12</sup>. Por otra parte, las adhesiones alrededor de proyectos concretos van cerrando la participación calificada. Se percibe en esto una característica de las redes: por una parte se construyen por las sucesivas adhesiones, de la solidaridades progresivamente encontradas en un número creciente de actores, pero estas adhesiones se realizan alrededor de temas o de proyectos concretos que cierran la participación de quienes no son calificados en el tema o el problema que se aborda. Los avances en estas diferenciaciones técnico-cognitivas específicas se pueden apreciar haciendo un seguimiento de los proyectos en curso<sup>13</sup>.

Fuertemente asociado con la especificación de las relaciones entre la red y su exterior está la clarificación de las condiciones de reinserción en el tejido científico nacional de quienes cuentan regresar al país y de las formas concretas de las políticas de retorno. La disposición de una información estructurada deviene entonces crucial. La constitución de bases de datos que permitan establecer las dinámicas investigativas en el país, las acumulaciones en conocimientos y competencias presentes en la red, el perfil disciplinario y de las formaciones, los proyectos en curso de realización o ya finalizados es percibida como una de las condiciones que deben ser satisfechas rápidamente pues se considera que tanto las expectativas de retorno como la capacidad para buscar recursos a través de la cooperación internacional, de constituir equipos que desde diferentes lugares y con competencias complementarias puedan establecer acuerdos para trabajar en proyectos específicos, debe estar apoyada en informaciones confiables, estructuradas y actualizadas. Se trata, entonces, de aprovechar las características de las redes para proponer las alianzas basadas en la complementariedad de las competencias disponibles, distribuidas en la red, especie de laboratorios de investigación virtuales que permiten poner en movimiento las contribuciones orientadas a objetivos específicos desde cualquier lugar del mundo donde se hallen.

---

<sup>12</sup> Esta afirmación se basa en las formulaciones de los entrevistados. La constitución de listas temáticas vincula *a priori* a especialistas y en consecuencia es difícil seguir desde su exterior su evolución. El seguimiento de las comunicaciones en la lista Red Caldas permitió, sin embargo, precisar algunas de las características de la comunicación en el caso de una lista no especializada cuyos resultados se presentan en la segunda parte del informe.

<sup>13</sup> Sobre las dinámicas en la elaboración de proyectos, véase el Capítulo 3 de este informe.

La existencia de una información estructurada debe estar complementada con una capacidad incrementada de su acceso y de su circulación que permita fundamentar las demandas y acelerar la velocidad de las transacciones, de los intercambios, de las negociaciones. Esta consideración refleja una posición crítica sobre el manejo del tiempo de las negociaciones, de la toma de decisiones sobre las propuestas sometidas y la asignación de los recursos por parte de las instituciones nacionales y a los efectos negativos que tienen en las relaciones con quienes consideran que las decisiones deben ser seguidas de las acciones que de ellas se derivan. Comienzan así a aparecer las distancias entre un discurso voluntarista sostenido por los operadores de la investigación nacionales y las demandas incrementadas de quienes, al aceptar las nuevas opciones que el discurso oficial abre, adquieren una mayor capacidad para proponer la realización de proyectos y no encuentran una rápida reacción a ellas.

**1.3 Los aprendizajes y su incorporación en la red.** La constitución de los primeros nodos que alcanzan un relativo desarrollo generó una serie de aprendizajes que fueron movilizados para que la construcción y consolidación de otros. Se aceptaba que la red toma su carácter de tal si se pasa del nivel local, al nivel regional y, posteriormente, al mundial. Cada uno de los nodos es ya una red social, que se amplía cuando se crean otros nodos, se establecen y se precisan relaciones con ellos. La noción de red social se va precisando progresivamente y está orientada, sobre todo, por la idea de que su construcción es debida a la acción conjugada de los que en ella participan. Los medios técnicos son determinantes para ello, y, en especial, el acceso a una red de comunicación electrónica, la R-Caldas: la red Internet y el correo electrónico van a desempeñar un papel crucial en esta fase de organización y de intensa comunicación. Así, la construcción, la creación de una infraestructura de funcionamiento y de operación y la expansión son problemas percibidos como complementarios por los diferentes actores de la red.

Durante la fase de conformación de los nodos se prestó atención a precisar su posición frente a las instituciones colombianas. Se consideró además necesario tener, frente a las instituciones locales, regionales o con orientación más internacional, un status legal que constituyera a cada uno de los nodos en una unidad local y a su conjunto en una unidad global a nombre de las cuales, fuera posible hablar y negociar. Esta *legalización*, dio lugar a

una especificación de las funciones administrativas y a que aparecieran diferentes niveles de compromiso entre los miembros: los coordinadores de los nodos, desplegaron así una intensa actividad de difusión de los intereses de la red y de cooptación entre los miembros de la diáspora. Diferentes tipos de solidaridades para responder a las necesidades de administración, de consecución de recursos, de construcción de medios técnicos se fueron precisando. Así, por ejemplo, si la financiación básica de la infraestructura administrativa es demandada a Colciencias, ésta se ve complementada con recursos que provienen de otras fuentes: de los laboratorios a los que pertenecen los investigadores, de proyectos en curso, de fondos personales...

Vinculada a esta legalización se presenta la necesidad de *autonomía*. Autonomía frente a las instituciones nacionales, con las que se coincide en un proyecto común pero se tiende a asegurar a los propios actores la posibilidad de establecer las modalidades de su desarrollo y orientación. Se considera que las mismas orientaciones de la política científica nacional deben contar ahora con quienes han realizado trabajos en el área de la CyT; que los proyectos de investigación que se inscriban como realizaciones a partir de las posibilidades generadas por la red deben ser resultado de propuestas cuya orientación y desarrollo responden a los intereses de los propios actores de la investigación, aún si estas propuestas deben estar sujetas a evaluación y apoyadas con financiaciones y recursos. Progresivamente se va constituyendo la diferenciación entre actores de la investigación -los grupos que realizan la investigación- y operadores de la investigación- unidades éstas que fomentan, financian, organizan, controlan, evalúan la investigación, pero cuyo ámbito de operación no debe penetrar los procesos de realización de las actividades de investigación.

Esta autonomía así concebida, la *especificación de las funciones* de los actores y de los operadores de la investigación, los aprendizajes derivados de los procesos de conformación y consolidación de las estructuras administrativas, la adquisición de un status jurídico que permite emprender, con un alto grado de representatividad, negociaciones y proponer proyectos son condiciones adquiridas por la red. Es esta normalización de las condiciones, integración de aprendizajes, definición de reglas, generación de normas implícitas la que ahora permite una movilización de los diversos actores para buscar



asociaciones, proponer colaboraciones y proyectos conjuntos, obtener la cooperación de organismos nacionales e internacionales.

**1.4 Las posiciones frente a la construcción de la red.** El análisis del corpus de palabras claves derivadas de las entrevistas ACS<sup>14</sup> (Gráfico 2.4) permitió establecer otras formas de agrupaciones que muestran diversas posiciones y actitudes de los entrevistados frente al proyecto de construcción de la red. Una clara división se encuentra entre quienes, por una parte, tienden a adoptar una posición más reflexiva y crítica sobre las concepciones teóricas que deben orientar la construcción de la red o sobre las implicaciones políticas que tiene su construcción (cuadrante superior derecho) y quienes, por otra parte, adoptan una actitud más constructiva y pragmática. En esta primera posición los problemas de los vínculos entre la autonomía y la financiación, de definición de las relaciones entre los nodos o de la concepción de su estructuración interna son asumidos en un nivel teórico. Son características de ella las preguntas sobre el sentido de la constitución de una nueva forma de asociación propiciada por el Estado cuando se tiene la experiencia de muchas promesas insatisfechas, o cuando es posible que esta asociación logre un reconocimiento internacional en el campo de la CyT y sin embargo la situación nacional de los derechos humanos continua siendo muy crítica.

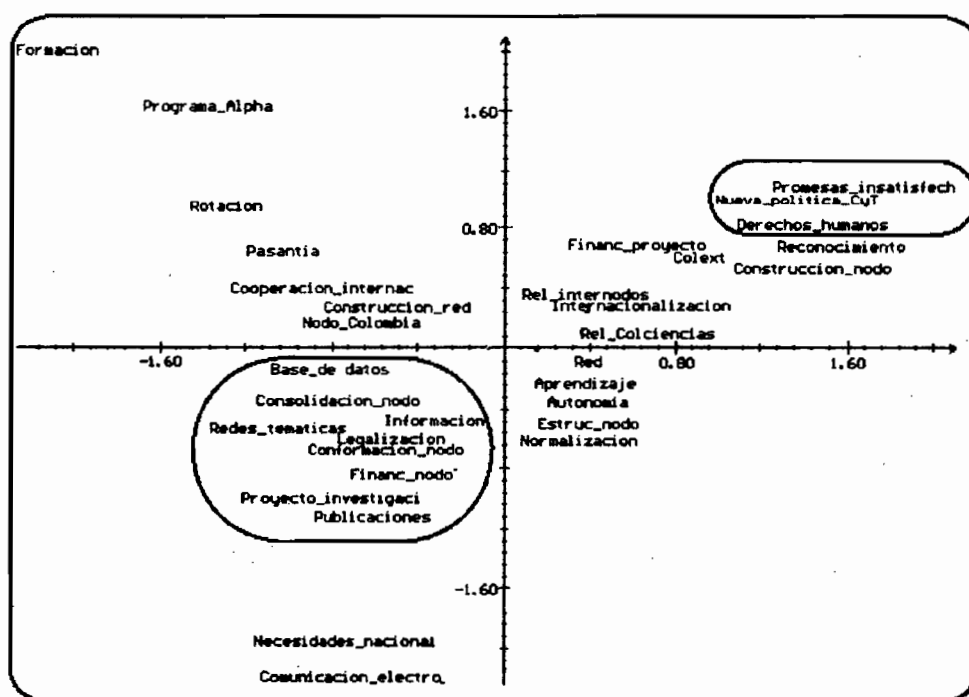
La otra agrupación (cuadrante superior izquierdo) permite ubicar una actitud más activa que propende por la institucionalización de la red y la construcción de los elementos que permiten su constitución y operación. Así, la elaboración de las bases de datos -que permiten establecer las dinámicas de las publicaciones y de las investigaciones- la creación de listas que agrupen a los especialistas, la consolidación de los nodos como unidades con capacidad de negociación, la circulación de los investigadores, la elaboración de propuestas de colaboración y de desarrollo de proyectos con los investigadores de la comunidad interior son el labores asumidas desde una actitud constructiva que los compromete activamente.

---

<sup>14</sup> Para la presentación intuitiva de este método, véase Capítulo 1 y el Anexo, al final.

Gráfico 2.4

Entrevistas por análisis de correspondencias simples.



Fuente : Encuesta Redes Colombia

**1.5 Las múltiples posiciones frente a la red.** Los análisis anteriores, basados en las entrevistas realizadas a miembros de la red que, en su gran mayoría, tenían en el momento de su realización un compromiso activo con ella, puede complementarse con resultados de la encuesta Redes Colombia, realizada durante 1994-1995<sup>15</sup>. Los resultados obtenidos muestran que si se toma como referencia a las expectativas frente a la red, a los beneficios esperados y a los aportes que cuentan hacer a ella, es posible ubicar seis grupos dentro de los dos conjuntos de investigadores que respondieron a la encuesta, tres según las respuestas provenientes del exterior, tres para la muestra de 50 investigadores que trabajan en Colombia.

<sup>15</sup>Esta encuesta internacional fue enviada a todos los miembros identificados. Se recibieron 470 respuestas de las que se procesaron 453 (además se tomó una muestra de 40 de miembros que desarrollan su actividad en Colombia). Aquí se consideran las preguntas 4-6: *¿qué beneficios espera usted obtener de la red?* y 4-7: *¿qué aportes espera usted hacer a través de la red?*. Se dividió el análisis en dos grupos, el primero formado con las 453 respuestas provenientes del exterior, el segundo con las provenientes del interior. Para su procesamiento se utilizó el método estadístico de correspondencias múltiples.

El primero grupo, cuyo peso en el conjunto de 453 respuestas es de 144, está representado por quienes no creen que se obtenga beneficio alguno por pertenecer a la red. No muestran ningún interés por establecer relaciones académicas o de trabajo, ya sea participando en cursos o asesorías, evaluando proyectos, recibiendo investigadores o contribuyendo a proveer medios de investigación. Una distancia frente al país y a sus necesidades los lleva a no querer visitarlo, a no desear tener vínculos con la comunidad emigrada. Tampoco creen que la red sea un medio que permita fortalecer su posición en el país de residencia, ganar un reconocimiento en Colombia por sus trabajos ni que a través de ella se le abran, en Colombia o en su lugar de residencia, nuevas perspectivas para su trabajo. Hay una gran probabilidad para que un representante de este grupo trabaje en Estados Unidos, tenga allí una posición estable de trabajo y que su edad esté comprendida entre 40 y 45 años de edad.

El segundo grupo, cuyo peso en el conjunto es de 149, está formado por quienes no se pronuncian sobre los beneficios que les puede aportar su pertenencia y no se expresan sobre los posibles aportes que harían a ella. Sin embargo, no es posible calificarlos de indiferentes por cuanto no comparten la idea de los que no quieren visitar al país, o que no están interesados por tener relaciones con los investigadores en el país, pues perciben que hay una apertura de posibilidades para realizar proyectos, para obtener financiación y para incidir en la política científica. Entre quienes participan de esta posición hay gran probabilidad de encontrar a los estudiantes de doctorado lo que explicaría su posición vinculada a su incertidumbre sobre el cercano futuro.

Las características que definen al tercer grupo, (160 sobre 453), son mucho más afirmativas. Un interés por vincularse y fortalecer a la comunidad nacional en el exterior, por realizar intercambios con la comunidad académica interior, participando cuando sea posible en la realización de cursos, de asesorías, proponiendo proyectos conjuntos, evaluando proyectos, acogiendo a investigadores en su lugar de trabajo y poniendo a su disposición medios para realizar investigaciones muestra su compromiso por fortalecer la comunidad interior. Quienes hacen parte de este grupo compartirían la idea de que hacer parte de la red les trae beneficios pues obtendrían reconocimiento por sus trabajos y resultados ya logrados y les permitiría hacer contribuciones al desarrollo del país. Frente a la política científica

nacional una de sus contribuciones sería poner su experiencia y conocimiento para contribuir a su orientación. Características propias de este grupo tienen una gran probabilidad de encontrarse entre quienes no trabajan, son colombianos en el exterior y menores de 29 años.

Estos resultados muestran que dentro del conjunto de la comunidad científica emigrada no todos devienen actores en la creación y consolidación de la red. En particular, quienes comparten las características del primer grupo tienen una posición pesimista o al menos lejana frente a un proyecto al que no pretenden contribuir activamente ni del que esperan obtener beneficios. Sólo dentro del tercer grupo se encuentran un nuevo tipo de actores que orienta y alimenta con sus contribuciones el desarrollo de los nodos en sus lugares de emigración y participan en la construcción de las características que progresivamente devienen acumulaciones dentro de la red y participan activamente en la creación de vínculos y desarrollo de trabajos cooperados con la comunidad interior.

El análisis de las cuarenta encuestas que provienen de la comunidad interior (que recientemente llegaron a Colombia) mostró igualmente la existencia de tres posiciones frente al proyecto de la red. Con pesos respectivos de 13, 17 y 10 entre los 40 encuestados estas agrupaciones están conformadas bajo las mismas posiciones que las de los tres grupos anteriores y sólo se encuentran diferencias en el tercer grupo del que hacen parte quienes quieren contribuir a la orientación de la política científica nacional, buscan una apertura al exterior a través de relaciones con la comunidad emigrada y están dispuestos a recibir investigadores en sus sitios de trabajo. Así, están decididos a aportar a la red, pero, a diferencia de quienes se encuentran en el exterior, no esperan ningún beneficio de ella, excepto, quizás, el de ampliar sus contactos profesionales en el exterior y de concebir sus aportes como contribuciones al desarrollo del país. En la Tabla 2.1 se muestra la síntesis de las características de los subgrupos encontrados en la diáspora. La movilización de la comunidad emigrada no está completamente asegurada y sólo cerca del 38% (el porcentaje se reduce a 25% en el caso de la muestra de la comunidad interior) de ellos participa activamente en las actividades de consolidación de los vínculos entre el exterior y el interior. Estos son los actores más dinámicos que han interiorizado las normas de colaboración y cooperación vigentes en la comunidad internacional y en las modalidades de negociación para obtener financiaciones, para desplazar a sus colaboradores o desplazarse ellos mismos

entre instituciones que encuentran natural recibir y enviar técnicos, intercambiar productos y muestras, y que reaccionan con rapidez y eficacia cuando aparecen las oportunidades de construir propuestas concretas de trabajos conjuntos. Las incertidumbres sobre el futuro posterior a la terminación de los estudios de doctorado podría explicar la posición de los indecisos del segundo grupo.

**Tabla 2.1**

<b>Subgrupos dentro de la red determinados a partir de las expectativas de beneficios y contribuciones</b>			
	<b>Cluster 1 Peso: 144</b>	<b>Cluster 2 Peso: 149</b>	<b>Cluster 3 Peso: 170</b>
<b>Relaciones académicas o de trabajo</b>	Desinterés	No sabe cuales pueden llegar a constituirse	Cursos, asesorías, proyectos de investigación, pasantías en su sitio de trabajo
<b>Relaciones con el país</b>	Ninguna activa	Incertidumbre sobre su permanencia en el exterior o regreso al país	Contribución al desarrollo del país.
<b>Relaciones con la comunidad emigrada</b>	Lejanas	Participación poco activa	Activas Propuesta de proyectos conjuntos Medios de investigación
<b>Aportes</b>	Ninguno	Inciertos. Posible contribución a la política científica	Orientación de la política científica Proyectos conjuntos Evaluación proyectos
<b>Beneficios esperados</b>	Ninguno	Expectativas sobre beneficios, pero aún no claramente definidos	Reconocimiento

Fuente: encuesta Redes Colombia

**1.6 Características específicas y genéricas de la red Caldas.** La directa participación de los investigadores en los nodos permitió encontrar algunas de las características que le dan su especificidad al proyecto de construcción de la red Caldas<sup>16</sup>. Esta es una construcción híbrida, constituida por diversas contribuciones. Aparte de la decisiva iniciativa de Colciencias, variadas e interdependientes acciones, dentro y fuera de Colombia, han tenido una importancia decisiva. Había una clara voluntad política, una

<sup>16</sup> Esta participación dió lugar a una ponencia en el Simposio "Las migraciones científicas internacionales hoy. Nueva problemática", documento en el que nos apoyamos para desarrollar este punto. Cf. (Schlemmer, Gaillard, Narváez-Berthelemot, Bernal, 1996)

decisión central que provenía de un organismo público que se combinó con expectativas y esperas locales, a menudo individuales, que estaban presentes en el exterior. Los miembros de la red afirman con frecuencia que, aún antes de su creación, habían tratado de crear vínculos científicos e intelectuales entre ellos mismos y con Colombia. Atribuyeron los muchos fracasos de sus expectativas a la falta de reacción, decisión y consistencia de las políticas científicas del país. Así, para muchos de ellos estos deseos de ayudar se habían frustrado y se habían decepcionado por el fracaso de otras iniciativas anteriores. La red Caldas sale a la luz del día con este sentimiento ambivalente: por una parte una motivación espontánea de los intelectuales en el exterior para contribuir al desarrollo de su país de origen, pero de otra parte, la amargura y el pesimismo dejado por los previos fracasos. Estas son las paradójicas tensiones que trabajan en la construcción de la diáspora: una positiva identificación al país - un nacionalismo constructivo - pero, al mismo tiempo, una apreciación negativa de su capacidad de respuesta, una latente sospecha sobre los compromisos nacionales.

Desde su inicio, las dinámicas de la red Caldas han sido excéntricas. Aun si un agente central, Colciencias, propuso desde muy temprano un propósito colectivo y una organización general, los grupos locales que constituyen la diáspora han tenido siempre un desarrollo autónomo. Las orientaciones generales de los nodos pueden variar según las influencias que provienen de las características particulares del país en que se encuentra o de las propias historias de las asociaciones locales. Los nodos pueden entonces clasificarse según un eje con dos polos: los nodos "exo-céntricos" (orientados hacia el exterior) estarían en uno de los extremos, los "auto-céntricos" (orientados hacia el interior) en el otro extremo. Bélgica estaría en el primero. Sus actividades y sus miembros están orientadas hacia una práctica internacional. Por ejemplo, realizaron un encuentro de todos los nodos europeos en Bruselas para discutir las políticas científicas colombianas y la cooperación con la Comunidad de la unión europea. Piensan que muchas de las actividades de la red podrían desarrollarse en el nivel europeo, más que en el nacional, por razones de economías de escala y por la existencia de una masa crítica que ellos no podrían alcanzar en un pequeño país como Bélgica. Para ellos, el nodo local sólo es una parte del todo. Lo contrario sucede en la asociación del Reino Unido que no mantiene muchos contactos con otros nodos y

desarrolla sus propias actividades de manera independiente, como un encuentro de biólogos colombianos en el país, por ejemplo.

Otros nodos tienen orientaciones más balanceadas y/o una configuración diferente. El nodo alemán, por ejemplo, adoptó una organización federal que prevalece en todo el país: es mucho más descentralizado, con grupos locales en las diferentes universidades regionales. El grupo de Nueva York ha tratado de expandirse y de fundar asociaciones en otras ciudades de Estados Unidos sin mayor éxito. Los nodos español y francés fueron a menudo bicéfalos con concentraciones en París y Madrid así como en Grenoble y Barcelona. Los miembros en Australia y Nueva Zelanda se encuentran dispersos, mientras que en Venezuela están masivamente localizados en una misma institución en Caracas...

La evolución de los nodos ha sido tan diversa como lo es su origen y su configuración. Sin embargo, se puede describir un patrón general. El nacimiento de la red generó una inflación de expectativas que estuvo acompañada por la conformación de un significativo número de nodos. La propaganda de Colciencias encontró una amplia recepción y generó una alta participación. La movilización inicial alcanzó, en muchos casos, niveles más allá de las expectativas que tenían los primeros actores. En una segunda fase, parte de la población de los nodos más antiguos entró en un estado de dudas y desilusiones, al considerar que la red no respondía a sus preocupaciones particulares. Algunos nodos nunca despegaron para expandirse más allá del núcleo de sus fundadores. En efecto, muchas personas mantienen una posición crítica con respecto al papel de Colciencias en este proceso. Dicen que este organismo no ha sido capaz de responder a las expectativas que despertó cuando los llamó a participar. Estas personas demandan un mayor soporte de Colciencias para las actividades y la vida de los nodos a través de la creación de una infraestructura (secretariados permanentes) para la asociación. Otros, por el contrario, son completamente refractarios a la idea de la participación de Colciencias, pues temen a lo que ellos consideran una burocracia ineficiente.

## **2. LA RED COMO RED SOCIO-TÉCNICA**

**2.1 Las acumulaciones de elementos cognitivos presentes en la red.** Las acumulaciones en competencias y conocimientos presentes y con un relativo grado de

disponibilidad permiten el despliegue de las acciones orientadas a la obtención de resultados en el campo de la ciencia y la tecnología. La noción de red debe entonces considerar, a la par que la dimensión social, la estructura interna de las capacidades científicas presentes en la red que se constituye en la referencia para orientar las acciones eficaces de los actores en la producción de nuevos conocimientos o en la creación de las innovaciones. La acción de los actores en el dominio de la construcción de los nodos y, en general, de la red, la decisión de contribuir y las expectativas de beneficios permiten comprender esta dimensión social pero el sentido de red no se agota allí. La articulación entre las dimensiones social y cognitiva es una de las aportes que, desde Kuhn, ha permitido conocer sobre las condiciones necesarias que hacen posible la creación en el campo científico. La teoría del actor-red prolonga la intuición kuhniana y muestra la complejidad de las asociaciones entre los actores humanos y no-humanos puestos en operación en las dinámicas de una red sociotécnica. Se trata de establecer el universo sociotécnico en que ella está llamada a operar. Emerge así la pregunta por los elementos con los que se puede contar o que pueden constituirse en la base para la actividad científica de los actores y en orientadores de su acción. Estos elementos, que tienen el carácter de intermediarios, son contribuciones a la red debidas al pasado de formación, de la producción pasada o de la actividad presente de los miembros. Permiten crear las condiciones, proponer y hacer posible las interrelaciones entre los actores, pero su disponibilidad sólo se percibe cuando se han agrupado o se han puesto en relación con los aportes de toda la colectividad.

La dimensión sociotécnica de la red Caldas puede entonces considerarse según diferentes temporalidades, como pasado en cuanto recoge las acumulaciones en la red debidas a la actividad previa de formación, de investigación o profesional de los actores, como presente en cuanto se trata de la actividad que actualmente es desplegada por sus miembros y como futuro, como campo de posibilidades creativas y espacio de la política. Es necesario, por otra parte, el diseño de dispositivos y de instrumentos de análisis que permitan hacer emerger todas las asociaciones conseguidas en base a las relaciones que se dan entre los elementos. En efecto, a diferencia de la dimensión social de la red en donde se trata de las relaciones directas entre actores aquí se trata de encontrar los elementos que



sirven de intermediarios en las relaciones entre actores para la realización de sus intereses en el campo de la CyT.

Ahora bien, se considera que estos elementos son la base de estas acumulaciones que se presentan como saberes presentes pero distribuidos en la red, como competencias y formaciones que pueden estar geográficamente distantes y que sólo llegan a estar disponibles si se pueden ubicar sus características y dotarse de los medios para acceder a ellos. No se trata únicamente de hacer su inventario o descripción, aún si estos tienen su importancia, sino de *elaborar una información*, de producirla a partir de una información básica que permita mostrar las agregaciones y las relaciones implícitas o explícitas presentes entre los elementos de estas agregaciones y su disponibilidad. La noción de relación aquí ya no es más del tipo frente a frente, propia de los actores sociales en una red social, sino que, en un primer momento se da a través de elementos del conocimiento y establece su estructura y, en un segundo momento, hace posible e incluso orienta las relaciones entre los actores. La puesta en disponibilidad de estas elementos cognitivos es posible a través de dispositivos de recuperación, organización, tratamiento de los datos primarios y de su elaboración para producir un nuevo conocimiento. Ahora bien, esto sólo puede lograrse desde un *locus* privilegiado desde donde sea posible observar la totalidad de la red, sus acumulaciones y dinámicas y donde se procese la información básica que en forma permanente proviene de la red<sup>17</sup>. En efecto, la posición localizada de los actores sólo permite tener una percepción parcial de la totalidad de una red y de las acumulaciones distribuidas y es preciso, entonces, construir un “centro de cálculo”, especie de cerebro central que suministre una información actualizada, elaborada y especializada.

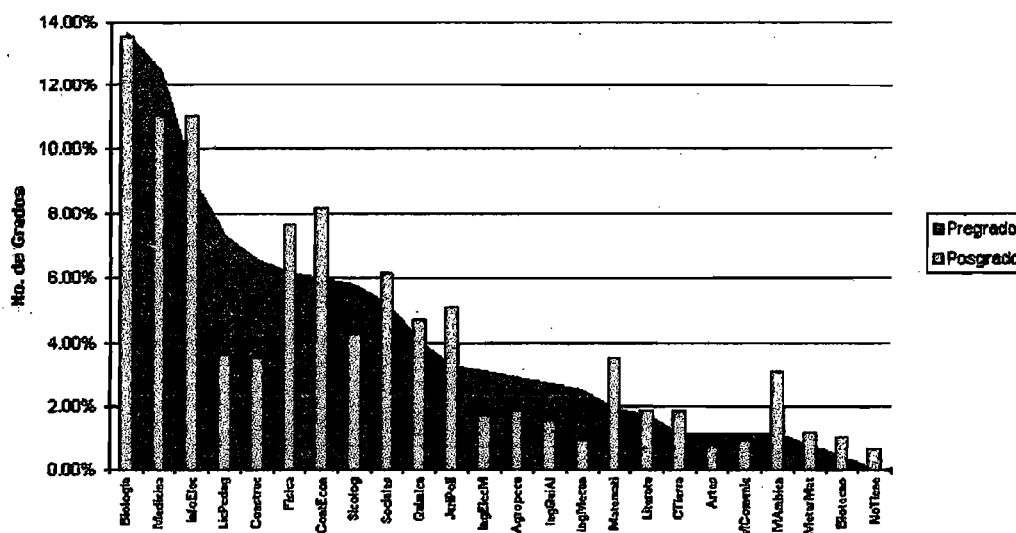
Nos interesamos aquí, entonces, en las modalidades concretas bajo las que se presenta estas acumulaciones. Para ello, en una primera fase, usaremos algunos indicadores cuantitativos. Inicialmente se ha establecido en el Gráfico 2.5 el perfil disciplinario de la red, que corresponde a las agrupaciones de las disciplinas presentes y que permite establecer las calificaciones y competencias que han adquirido sus miembros. Por otra parte, si se

---

<sup>17</sup>Esta situación ha sido tematizada como la construcción de “centros de cálculo” por Bruno Latour, especie de cerebros centrales que acumulan los datos que provienen de múltiples lugares y cuya organización y procesamiento hace emerger las cualidades y regularidades presentes en los elementos y que sólo pueden encontrarse cuando todos los datos son considerados en forma unitaria (Latour, 1989).

considera que los resultados alcanzados en los procesos de investigación son objeto de publicaciones, podemos tomar como un indicador de la actividad desplegada por los investigadores los artículos científicos, los capítulos de libro, las ponencias e, incluso, los informes publicados que sólo se dirigen a un público restringido. Finalmente, para establecer las dinámicas se mostrarán las temáticas investigativas presentes y sus vinculaciones.

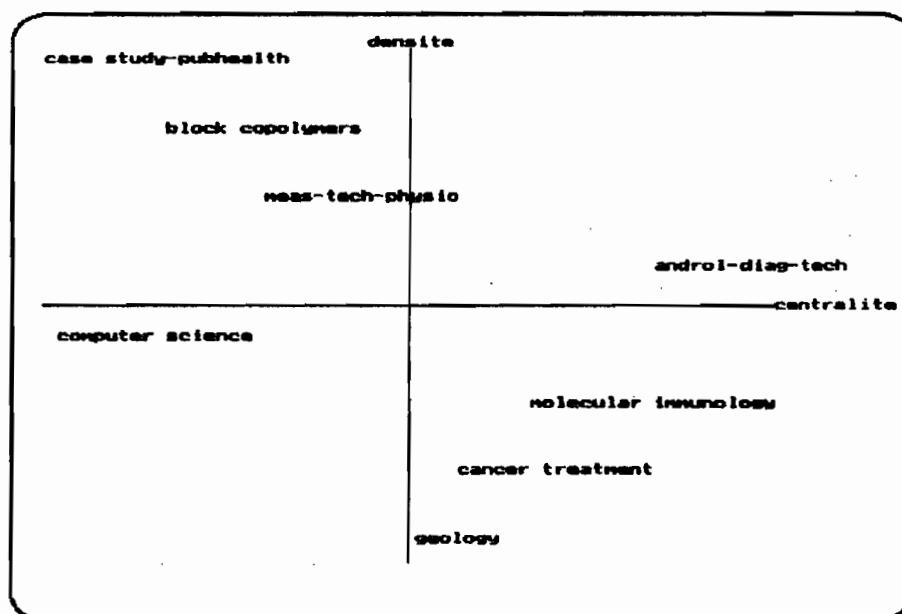
**Gráfico 2.5**  
**El perfil disciplinario en la red Caldas**



**2.2 Las publicaciones como indicadores de la acumulación.** Las publicaciones de los miembros permiten conocer quienes hacen qué, con quién y en dónde. En el momento de la realización de la encuesta Redes Colombia se solicitó la lista de las publicaciones. 380 de los encuestados enviaron la lista de sus publicaciones. Para realizar su análisis se construyó una muestra del 10% del total considerando las distribuciones por disciplinas y por países de origen de las publicación. A cada una de ellas se le asignaron palabras claves y se utilizaron el MPA<sup>18</sup> y el ACS. En el Gráfico 2.6 se muestra el diagrama estratégico de las publicaciones donde se ubican las agrupaciones o clusters según los indicadores

estructurales de densidad y centralidad. En el cuadrante superior izquierdo se encuentran los clusters que representan las temáticas con una alta densidad y una baja centralidad, es decir, que están relativamente desarrolladas y maduras pero los problemas sobre los que trabajan no tienen vínculos externos fuertes con otras temáticas. Es probable que se trate de campos que en su evolución continúen permaneciendo relativamente aislados. Este es el caso de *Block copolymer* y *Measurement techniques in physiology*, por ejemplo. En el cuadrante inferior derecho se encuentran los campos con vinculaciones externas (valor de centralidad mayor al promedio) aunque con una densidad baja. Es previsible, entonces, que en su desarrollo atraigan a nuevos investigadores, y es probable que en su evolución sigan una trayectoria que las haga pasar al cuadrante superior derecho. Este es el caso de los temáticas representadas en los clusters *Molecular Immunology* o *Cancer treatment*, por ejemplo.

**Gráfico 2.6**  
**Diagrama estratégico publicaciones**

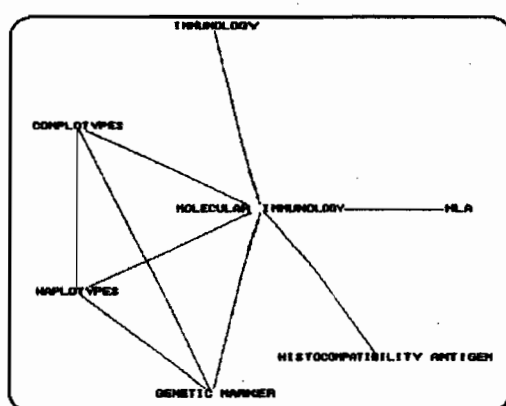


En los Gráficos 2.7 y 2.8 se muestran las subtemáticas representadas por las palabras claves que conforman dos *clusters* característicos: *Molecular Immunology* y

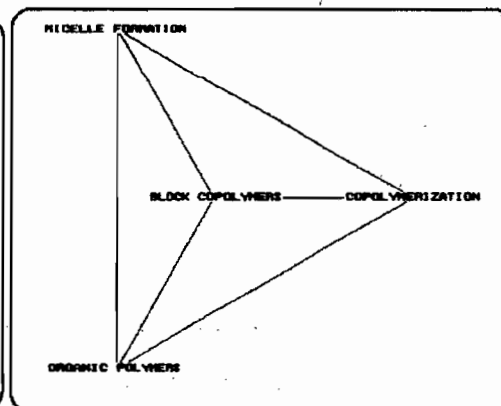
<sup>18</sup> El proceso de recolección, sistematización y tratamiento de la información básica sobre las publicaciones y las investigaciones se muestra explícitamente en el Capítulo 1.

*Block copolymers.* Por otra parte, se encuentra que, en general, hay muy escasos vínculos entre las temáticas en que publican los miembros de la red lo que señala que son campos de investigación independientes entre sí, como se puede apreciar considerando la última columna de la Tabla 1.2: Síntesis de las temáticas de las publicaciones.

**Gráfico 2.7**  
**Molecular Immunology**



**Gráfico 2.8**  
**Block Copolymers**

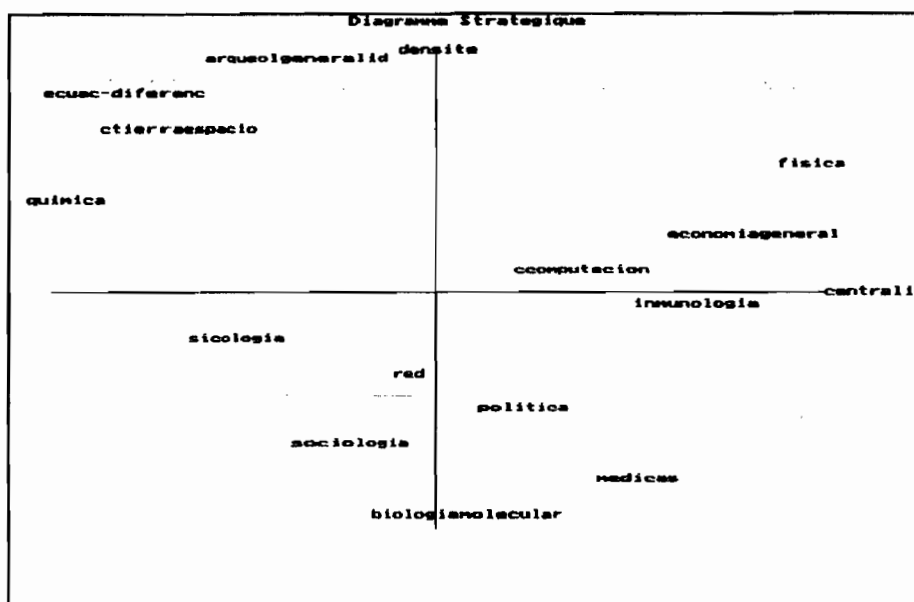


La comparación de estos resultados con los obtenidos en el análisis de las publicaciones de la comunidad interior y presentes en una base de datos internacional (Meyer, Charum, Granés, Chatelin, 1995) permite señalar algunas diferencias. Para el caso de la comunidad interior se encontró que hay muchas relaciones entre los diferentes *clusters* -lo que indica una mayor complementariedad entre los trabajos de investigación-, una opción por temas que están vinculados con necesidades nacionales, sobre todo en el caso de medicina y ciencias de la salud, de las ciencias de la tierra y en las ciencias naturales, lo que contrasta con la situación encontrada para el caso de las publicaciones de los miembros de la diáspora donde no hay una mayor asociación temática, lo que podría explicarse porque se trata de publicaciones de colombianos en el exterior que pertenecen a otras redes investigativas, con orientaciones e intereses diferentes. Se encuentra entonces más bien una complementariedad temática que se puede aprovechar para el propósito de articular el interior con el exterior alrededor de problemas comunes. Sin embargo, la pertenencia a redes

investigativas distintas haría necesario desarrollar una política que busque crear los vínculos entre ellas.

El mapa generado por el método de las correspondencias simples para el caso de las publicaciones en la diáspora permite extraer otras conclusiones. En este caso se encuentra la existencia de temáticas bien representadas (ubicadas en los límites exteriores del plano factorial): ecología, nefrología, ciencias del comportamiento por ejemplo, que muestran actividades investigativas y de publicaciones relativamente independientes. Por el contrario, y en coincidencia con el análisis anterior, una cercanía entre diversas temáticas en Polímeros. Las ciencias de la computación encuentran vinculaciones con las redes de comunicaciones y el teleprocesamiento. Una interpretación más fina es posible ubicando los documentos y a sus autores<sup>19</sup>, lo que es posible regresando a las bases de datos.

**Gráfico 2.9**  
**Diagrama estratégico de investigaciones**

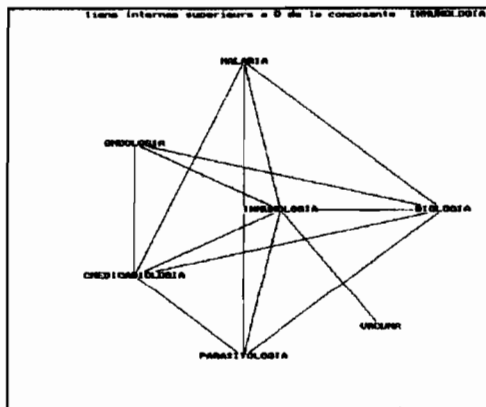


**2.3 Las actividades investigativas como indicador de las dinámicas en la red.** Un tercer indicador corresponde a las actividades investigativas de los miembros de la red. Este se estableció con base en la asignación, por parte de quienes respondieron a la encuesta, de

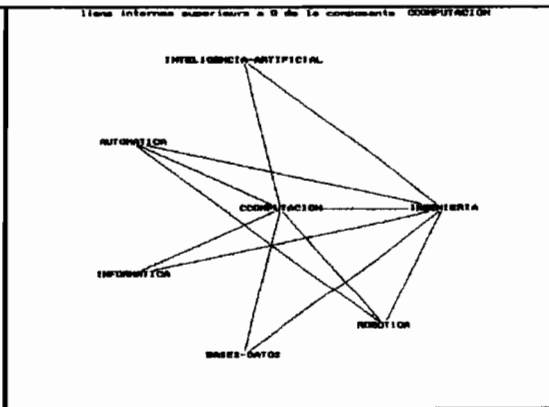
<sup>19</sup>La capacidad de interpretación de estos resultados está condicionada por el conocimiento específico de que se trate y son, entonces, los especialistas los que pueden establecer el sentido de las asociaciones encontradas y tomar las decisiones basadas en la información elaborada contenida en estos mapas.

palabras claves que describían su campo de investigación actual, lo que permitió, con base en el método de las palabras asociadas, establecer las agrupaciones temáticas de los campos de trabajo, su densidad y su centralidad.

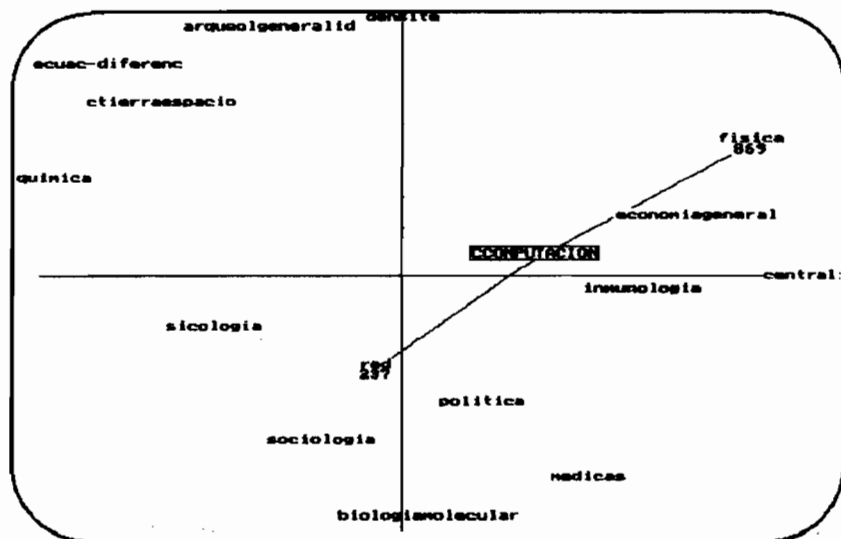
**Gráfico 2.10**  
**Cluster Inmunología**



**Gráfico 2.11**  
**Ciencias de la computación**



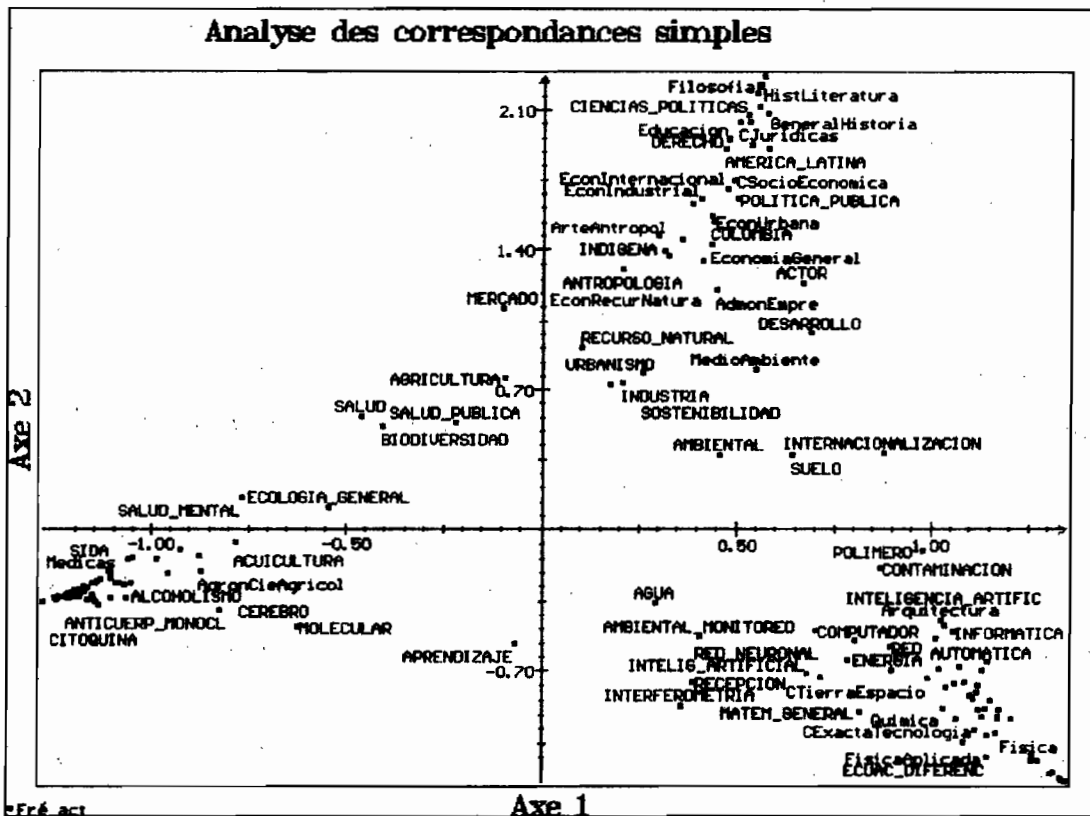
**Gráfico 2.12**  
**Relaciones externas del cluster ciencias de la computación**



El diagrama estratégico de la investigación en la diáspora, Gráfico 2.9, muestra la multiplicidad de temáticas de investigación de los miembros de la diáspora, su distribución según su densidad y centralidad. En los Gráficos 2.10 y 2.11 se muestran las relaciones internas entre las subtemáticas que hacen parte de los clusters *Inmunología* y *Ciencias de la computación* y en el Gráfico 2.12 las relaciones exteriores que el cluster *Ciencias de la*

computación tiene con otras temáticas, y lo que explica su posición en el cuadrante superior derecho. También en este cuadrante se encuentra representada la Física del estado sólido. Por el contrario, la representación de las ciencias sociales y humanas, como se aprecia por su posición en el diagrama estratégico, es mucho más débil.

**Gráfico 2.13**  
**Correspondencias simples para temáticas investigativas.**



El MCS utilizado para el análisis de las actividades investigativas (Gráfico 2.13) muestra, sin embargo, los campos de trabajo en las ciencias sociales y humanas y la cercanía entre las temáticas investigativas (parte superior derecha del gráfico) así como una alta correlación entre los temas de investigación en el campo de las ciencias de la computación (parte inferior derecha del gráfico). La presencia de la física allí muestra una alta relación con técnicas informáticas y puede interpretarse como la utilización de ellas en las investigaciones en curso. En cualquier caso, una interpretación más precisa pasa por el regreso a la base de datos y la información allí consignada.

## Segunda parte

### Observaciones preliminares

*Esta segunda parte, formada por los Capítulos 3, 4 y 5 y 6 está dedicada a la explicitación de los resultados de estudios particulares que muestran diferentes facetas del objeto de estudio y a los indicadores de la red Caldas. Así, el Capítulo 3 examina algunas de las realizaciones concretas de colaboración forjadas a través de la red Caldas. En particular se analizan la génesis y el desarrollo de dos proyectos conjuntos que involucran grupos de investigación colombianos en instituciones colombianas e investigadores colombianos vinculados establemente a grupos en el extranjero. Los dos proyectos escogidos para el análisis son, ambos, de transferencia y aplicación tecnológica pero muy disímiles en cuanto a sus orígenes, a las formas de compromiso institucional y a las formas de negociación entre los actores involucrados.*

*En el cuarto capítulo se examina la comunicación por vía electrónica en la red Caldas. La lista R-Caldas, que vincula a los miembros de la diáspora es probablemente su instrumento de cohesión más importante. El análisis, que se adelantó a través de una base de datos en la que se incluyeron más de mil mensajes cursados principalmente entre 1994 y 1995, permitió establecer características dominantes del tipo de comunicación que se da por este medio.*

*El Capítulo 5 trata sobre la movilidad y la migración del personal altamente calificado. Con el fin de integrar un marco explicativo de este fenómeno, para el caso de la red Caldas, se han explorado los límites de las nociones de brain drain y grain gain, diferenciando, por una parte, las trayectorias de movilidad o migración de los colombianos bajo la perspectiva laboral, y por otra parte, identificando las posibilidades de cooperación científica y tecnológica entre estos colombianos y el país, bien sea a través de la movilidad de personas o por la realización de actividades conjuntas en forma deslocalizada.*



*En el Capítulo 6 se presentan los indicadores generados sobre la red Caldas. Dividido en 5 secciones, muestra explícitamente la base general de la encuesta, el problema de su representabilidad, las estadísticas sociodemográficas y los diferentes indicadores cualitativos y cuantitativos generados que se presentan en tablas, gráficos y mapas. Se ha creído conveniente especificar una gran cantidad de indicadores, sin la pretensión de alcanzar una exhaustividad. De todas formas, la estructuración del sistema de información sobre la red permite una mayor explotación de los datos presentes para responder a demandas de los interesados.*

*En el Capítulo 7 se presentan las conclusiones del estudio. Derivadas del documento, son explicitadas según una jerarquía que va desde las nociones más generales a las más particulares, sin intentar llegar a un grado de especificidad, alcanzable, sin embargo, a través del instrumento de análisis y los procedimientos y algoritmos utilizados y que se encuentran a lo largo del documento.*

### **Capítulo 3**

#### **LAS POTENCIALIDADES Y LIMITACIONES DE LA RED CALDAS DE INVESTIGADORES COLOMBIANOS EN EL EXTERIOR: LOS PROYECTOS INTERNACIONALES CONJUNTOS. UN ESTUDIO DE CASOS**

Probablemente la principal virtud de la Red Caldas es que, de manera muy flexible, promueve diversas formas de cooperación entre los investigadores colombianos en el exterior y los grupos de investigación, las instituciones promotoras de la ciencia en Colombia y los hombres de ciencia que trabajan en el país. Entre ellas, podríamos enumerar las siguientes: evaluación de proyectos, búsqueda de información, prestación de servicios diversos, realización de conferencias, asistencia a eventos, pasantías en laboratorios de investigación, elaboración y desarrollo de proyectos conjuntos. Esta última forma de cooperación es desde luego la más elaborada; es la que permite una transferencia de conocimientos más intensa y la que puede tener, por eso mismo, repercusiones de más largo plazo en el desarrollo de la ciencia colombiana. La elaboración y realización de proyectos conjuntos entre grupos de investigación colombianos y grupos en el exterior permite además establecer nexos estables a nivel internacional y apoyar la formación de escuelas de pensamiento científico y tecnológico en Colombia.

En este aparte del informe se analizará el desarrollo que han tenido hasta el presente -mediados de 1996- dos proyectos de investigación cooperados, gestados ambos a través de la red. El primero de ellos, llamado proyecto BIO-2000, envuelve una cooperación entre universidades europeas y latinoamericanas; el segundo es un proyecto bilateral entre la Universidad del Valle y el CERMA -centro de estudios y de investigaciones en mecánica y automatismos de la Universidad D'Evry, en Francia- en el área de automática y robótica que ya ha terminado su primera fase. El análisis permitirá iluminar aspectos que tienen que ver con la cooperación científica internacional, con el funcionamiento de la red y con sus potencialidades y limitaciones.

La información que ha servido de base para el análisis ha sido obtenida a partir de entrevistas con algunos de los principales investigadores involucrados en los proyectos, de

documentos y ponencias y, en el caso del proyecto BIO-2000, de mensajes de correo electrónico cursados entre los miembros de una lista constituida especialmente para coordinar las actividades del proyecto. La fecha de corte del análisis de ambos proyectos es el mes de julio de 1996.

## **1. El Proyecto BIO-2000**

BIO-2000 es un proyecto multinacional, de índole tecnológica, que envolvía, en el momento de elaboración del estudio, grupos de investigación de cuatro universidades europeas y de cinco latinoamericanas. Su propósito central es el de aplicar instrumentación, originalmente desarrollada para la detección de partículas elementales, al área de las ciencias biomédicas.

**1.1. La gestación.** BIO-2000 nace de un sueño. Es el sueño, tantas veces repetido, de estudiantes y residentes colombianos emigrados: poner, de manera transformadora y eficaz, al servicio del desarrollo del país las competencias adquiridas en el exterior. Esta vez el sueño es abrigado por un actor que por su experiencia y su posición se encuentra en condiciones particularmente favorables para hacerlo real. Fernando Rivera ha participado en organizaciones europeas por la defensa de los derechos humanos en Colombia; ha sido, desde Suiza, uno de los gestores más importantes de la red Caldas y uno de sus animadores más activos y se encuentra, en ese momento, vinculado con el CERN, el centro europeo para la investigación en la física de altas energías.

La idea inicial, discutida con otros estudiantes colombianos a comienzos de 1994, es la de orientar los conocimientos adquiridos en las universidades y en los centros del exterior hacia potenciales demandas del país en áreas de aplicación tecnológica. Hay, desde luego, una filosofía implícita en estas consideraciones: en países en vía de desarrollo como Colombia, la prioridad de la investigación y de la innovación tecnológica debe recaer sobre campos susceptibles de una aplicación con incidencia social. Algunos meses antes, en mayo de 1993, se había firmado un convenio de cooperación entre el CERN y el gobierno colombiano que facilitaba la colaboración del centro, y probablemente también de otras instituciones europeas, en proyectos científicos y de aplicación tecnológica para Colombia.

Después de la firma del convenio, altos funcionarios de la Universidad del Valle visitan el CERN. Estos viajes facilitan contactos posteriores con investigadores de esta universidad. Los contactos demuestran interés por parte de UniValle y posiblemente hayan inducido a pensar en esta universidad como un colaborador fuerte para el proyecto.

Sin tener aún una temática específica en mente, Fernando Rivera y Frank Block, otro físico vinculado al CERN, comienzan a impulsar la idea de la cooperación. Se reúnen con Juan Antonio Rubio, coordinador del CERN para América Latina, quien les recomienda hablar con el profesor Georges Charpak, premio nobel de física en 1992. Charpak, quien en razón de nexos familiares se interesa por Colombia, ha trabajado en la aplicación de detectores de partículas elementales a las ciencias biomédicas y ha logrado en este terreno desarrollos tecnológicos importantes, algunos de ellos comercializados. Charpak recomienda este campo de trabajo para el naciente proyecto. Se trata de un campo abierto, que permite vincular, a distintos niveles de complejidad, competencias de muy diversas disciplinas y que, de acuerdo con la opinión del premio nobel, aparece como un campo muy prometedor en cuanto al desarrollo de nuevas tecnologías comercializables<sup>20</sup>. Las conversaciones con Charpak permiten un grado mayor de definición sobre la temática del posible proyecto. Se trataría, a grandes rasgos, de trabajar en aplicaciones a las ciencias biomédicas de instrumentación desarrollada para la física de partículas.

Se pensó que una de las condiciones para adelantar el proyecto era la de disponer de recursos en Colombia y eventualmente en Suiza. Para estos efectos, Charpak recomienda hablar con Rodolfo Llinás, médico e investigador que trabaja en Estados Unidos, figura reconocida de la diáspora científica colombiana y poseedor de vínculos fuertes con el país y con el gobierno. Llinás se entusiasma con el proyecto y manifiesta su disposición de apoyarlo en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y en otros organismos del gobierno colombiano.

---

<sup>20</sup> Véase Frank Block y Fernando Rivera, "The BIO-2000 Project" en *Proceedings of the 1st Bio-2000 Workshop about Instrumentation for Biomedical Sciences*, Universidad del Valle, Cali, Colombia, 21-24 July 1994. "Following his advice [of Charpak] we discovered the instrumentation for biomedical sciences to be a very open and promising field of research. Charpak, being pioneer in this domain, showed us various possible applications of techniques developed by physicists and also the interesting option of industrializing and commercializing some results of related research" p. 2.

En este momento, el proyecto no es sino una idea general que cuenta, sin embargo, con el aval y la posible participación de un premio nobel de física. En Colombia no se conoce nada específico sobre el posible proyecto y sobre su temática pero el concurso de un premio nobel y el entusiasmo de un prestigioso investigador colombiano en el exterior crean expectativas en algunos sectores de la academia, de la industria y del gobierno a través de Colciencias. Los promotores iniciales de la idea se encuentran presionados por expectativas crecientes que en gran medida han escapado a su control.

Para responder a estas expectativas se decide organizar un encuentro en la Universidad del Valle con la participación de especialistas de diversas áreas relacionadas con el tema del proyecto, vinculados a distintas instituciones. El encuentro, denominado "First BIO-2000 Workshop", se lleva a cabo en Cali entre los días 21 y 24 de Junio de 1994, organizado por la Universidad del Valle y BIOTEC y con el patrocinio de Colciencias, la Universidad del Valle y la Universidad de Siegen (Alemania).

El encuentro, que despierta mucho interés entre los asistentes, puede considerarse como el primer paso en firme hacia la concreción de la idea. El *workshop* permitió definir mejor el espectro temático y además afianzar contactos con diversas universidades europeas y latinoamericanas<sup>21</sup>.

Una conferencia introductoria de Fernando Rivera y Frank Block permite entender bastante bien cómo se concebía el proyecto en ese momento. Varios aspectos merecen destacarse:

-El proyecto se piensa inicialmente como una "colaboración internacional entre el CERN y UniValle"<sup>22</sup> aunque no se excluye -incluso se estimula- la participación de otras instituciones, nacionales e internacionales. Se justifica la escogencia de Univalle por su gran interés en el desarrollo de la biotecnología y la creación, justamente con este propósito, de la corporación BIOTEC<sup>23</sup>. Se justifica la participación del CERN por el grado de

---

<sup>21</sup>El encuentro contó con la participación de 52 personas de 5 países y vinculadas a 19 institutos. Entre los asistentes figuran físicos, ingenieros, biólogos, médicos.

<sup>22</sup>*Proceedings.... Op.Cit.* p. 2

<sup>23</sup>Véase, *Proceedings.... Op.Cit.* p.2: "Universidad del Valle gives high priority to biotechnology and has forseen a whole funding program for its development. The foundation of the BIOTEC Corporation, a separate institute belonging to UniValle constitutes one step in this direction"

desarrollo alcanzado en este centro internacional en el diseño y desarrollo de detectores de partículas.

- Se conciben varias etapas para el proyecto, centradas alrededor del CERN y de Univalle: 1) participación de investigadores colombianos en grupos del CERN; 2) construcción y puesta a prueba de prototipos en el CERN; 3) transferencia de los prototipos al laboratorio en la UniValle para actividades de investigación y desarrollo. El encuentro permite ver tres posibles campos de trabajo, relacionados pero distintos:

- Desarrollo de tecnología para el funcionamiento de detectores, es decir, diseño, construcción y caracterización de distintos tipos de detectores

- Procesamiento de imágenes

- Aplicación de detectores a la investigación biológica. Las aplicaciones pueden incluir biología molecular, radioterapia, imágenes médicas etc.

Como puede verse, en esta primera etapa del proyecto muchos rasgos se encuentran aún mal definidos. En primer lugar, existe una apreciación equivocada sobre el papel que pueden jugar algunas de las instituciones en el proyecto, como es el caso de BIOTEC. Se piensa que esta corporación, dedicada al desarrollo de la biotecnología, puede tener un papel protagónico. Muy pronto, las mismas directivas de BIOTEC se darán cuenta de que en realidad el proyecto es más para físicos e ingenieros que para biólogos. BIOTEC, después de haber cumplido un papel promotor importante en la primera fase, desaparecerá como actor del proyecto en la segunda fase. De la misma manera, otros actores que resultaron de gran importancia en esta primera fase, como Charpak y Llinás, pasarán a un segundo plano más adelante.

**1.2. La construcción de los acuerdos.** Examinando la situación del proyecto un año después, se aprecian cambios notables con relación a la idea que inicialmente se tenía. Tal vez el más importante de ellos es que el proyecto ha dejado de pensarse como un proyecto bilateral CERN-UniValle, para convertirse en un proyecto multilateral de cooperación entre universidades europeas y universidades latinoamericanas. La universidad del Valle y en general la parte colombiana ha perdido protagonismo. Posiblemente, este paso a un segundo plano de la contraparte colombiana con relación al protagonismo de la etapa inicial, en la que se trataba ante todo de promover el proyecto, se debe a la no existencia de grupos de

investigación consolidados trabajando en áreas afines. A pesar de que el proyecto admite colaboraciones con muy distintos niveles de complejidad, los laboratorios con trabajo acumulado en el área toman una mayor iniciativa en esta segunda etapa.

Como un instrumento de coordinación y de trabajo conjunto se crea la llamada "Red BIO-2000", junto con una lista de comunicación electrónica. En mayo de 1995 las instituciones involucradas en el proyecto eran UniValle, CIF, Universidad Federal de Rio de Janeiro, Universidad de Santiago de Compostela, College de France/Paris VI y el CERN<sup>24</sup>. Los compromisos son aún débiles y no están todavía respaldados por responsabilidades determinadas y por una división clara del trabajo.

Durante el año 1995 se desarrolla una actividad particularmente intensa de reuniones de coordinación y de comunicación electrónica que buscan esencialmente definiciones suficientemente precisas de los campos de trabajo de las instituciones involucradas en BIO-2000, negociaciones para definir la vinculación de algunas instituciones como las universidades de Turín y de Génova y la coordinación de la presentación de una propuesta al Programa Alfa de la Comunidad Europea<sup>25</sup>.

En septiembre de 1995 se han unido a la lista la Universidad Nacional de Colombia y el Instituto de Cancerología del mismo país, la Universidad de Torino, la de Coimbra, la Universidad de Cusco, la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Se ha hecho una división del trabajo por grandes temas de investigación que incluye procesamiento de imágenes médicas, instrumentación para biología y medicina, detectores, detectores de alta resolución y computación en paralelo. Con el propósito de solicitar financiación -en particular al programa Alfa de la Comunidad Europea- se definen las dos grandes componentes del Programa BIO-2000: 1) investigación y desarrollo en el campo de las aplicaciones biomédicas y 2) educación y movilidad.

BIO-2000 ha afinado su perfil como un proyecto tecnológico de física e ingeniería aplicadas a la biología y a la medicina.

Es posible lograr una buena apreciación del estado de BIO-2000 a mediados de 1996, consultando los resultados de la reunión de coordinación de los nodos de la red

---

<sup>24</sup>Comunicación personal de Fernando Rivera.

sostenida el 17 de abril de 1996 en el CERN. Asisten a ella, tal vez por primera vez, todos los coordinadores de los nodos europeos: representantes de las universidades de Coimbra, de Génova, de Turín, de Santiago de Compostela, del CERN y también el coordinador de la red Bernard Marechal, de la Universidad Federal de Rio de Janeiro<sup>26</sup>.

Se manifiesta en este encuentro la preocupación por lograr una mayor coherencia en los campos de trabajo y mantener la identidad de la red, "combinando los diferentes subproyectos hacia el objetivo final de lograr un proyecto común de investigación"<sup>27</sup>. Aunque un proyecto común y único no es aún posible, dada la diversidad de experiencias y campos de trabajo de los nodos participantes, se llega, sin embargo, a partir de informes detallados de cada uno de los nodos, a una identificación de dos grandes temas de interés que ofrecen hacia el futuro posibilidades de articulación: 1) el tratamiento de imágenes médicas que reuniría en el norte a Génova y Santiago de Compostela y en el sur a Bogotá, Cusco y Lima; 2) desarrollo de detectores gaseosos que reuniría en el norte a Coimbra, Turín y Santiago de Compostela y en el sur a Rio de Janeiro y a Cali. Los países del norte están bien dispuestos a cooperar pero sin cambiar sus líneas de trabajo. Los países del sur tendrán que hacer un esfuerzo de adaptación alrededor de estas líneas, procurando trabajar en campos que estén a su alcance pero con posibilidades de aportar al proyecto conjunto. Para las universidades colombianas participantes, esto implica esfuerzos de formación de personas en los campos definidos y el montaje de laboratorios<sup>28</sup>. Los resultados no podrán verse sino en el mediano plazo.

En la reunión se hizo también un balance de la ayuda obtenida del programa Alfa de la Comunidad Europea que consistió esencialmente en apoyo económico para las actividades de tipo B.1, preparatorias a la movilidad. A pesar del apoyo aún restringido, el proyecto

---

<sup>25</sup>Véanse los documentos: a) "Preparatory and Coordinating Meetings of the BIO-2000 Network" y b) copias de e-mail en la red BIO-2000.

<sup>26</sup> Ver "Minutes of the BIO-2000 Meeting (CERN April 17th 96)". Los participantes son: Armando Policarpo y Rui Ferreira de la Universidad de Coimbra en Portugal; Sandro Squarcia de la Universidad de Génova y Flavio Marchetto de la Universidad de Turín en Italia; Bernard Marechal de la Universidad Federal de Rio de Janeiro en Brasil; Alfredo Iglesias de la Universidad Santiago de Compostela en España y Ettore Rosso, Eduardo Silva, José Lamas, Frank Block y Fernando Rivera por el CERN.

<sup>27</sup> *Ibid.*

<sup>28</sup> La Universidad del Valle ha iniciado el proceso de formación, apoyando los estudios doctorales de uno de sus profesores, vinculado al proyecto.



BIO-2000 -y esto es lo importante- ya existe oficialmente para la Comunidad Europea. Algunos actores piensan, sin embargo, que no es conveniente, como se ha hecho hasta el momento, centrar todos los esfuerzos de financiación en el programa Alfa.

## **2. Proyecto de automática entre Universidad del Valle-Grupo de Automatización y la Universidad de Evry Val D'Essone (Francia)**

Este es un proyecto en el campo de la automática que promueve la creación de un polo de excelencia para la investigación, promoción y desarrollo de esta disciplina en Colombia. El proyecto comprende tres áreas: robótica, automatización y redes industriales. De manera más específica, en el área de la robótica el trabajo se centra en la concepción, el diseño y la construcción de un robot industrial de propósito múltiple. Este primer objetivo del proyecto ya se ha completado. La parte de automatización se encuentra en una fase final de negociación entre varios agentes institucionales nacionales y de orden regional<sup>29</sup>. En el área de redes industriales, ha sido aprobado un proyecto por el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y se está negociando en este momento una financiación adicional por parte del sector industrial. Examinaremos con algún detalle las áreas de robótica y automatización.

**Gestación y desarrollo del proyecto.** Para entender el surgimiento del proyecto de robótica es necesario tener en cuenta que desde 1983 se ha venido consolidando en la Universidad del Valle un grupo de investigación en automática y robótica con un énfasis fuerte en la formación de recurso humano en esta área, hasta ese momento desconocida en los medios académicos del país. Desde sus inicios, este grupo trabaja en asocio con la unidad de investigaciones metalúrgicas de la Universidad del Valle e integra en su estrategia de investigación y desarrollo una empresa industrial cuyos intereses están puestos en la robótica aplicada a la soldadura y en la automatización de procesos metalmecánicos<sup>30</sup>. Este grupo será el actor nacional principal en el proyecto conjunto que habrá de crearse más adelante.

En el año de 1992, por invitación de Colciencias, viene a Colombia Carlos Moreno, uno de los fundadores del nodo francés de la red Caldas, con una trayectoria profesional

---

<sup>29</sup> Entre estos agentes se encuentran hasta el momento, la Universidad del Valle, el SENA-ASTIN, COLCIENCIAS y un grupo de empresarios regionales del Valle del Cauca del sector de plástico y matricería.

<sup>30</sup> Desde 1984 existe un convenio suscrito por la Universidad y la empresa.

importante desarrollada principalmente en el CERMA -centro de estudios y de investigaciones en mecánica y automatismos de la Universidad D'Evry- para inducir en el sector académico-industrial procesos de innovación tecnológica de punta en las áreas de automática y redes industriales. En el curso de las dos visitas que realiza, Carlos Moreno toma contacto con los grupos de investigación ya constituidos en la Universidad del Valle y muy rápidamente se esbozan las ideas que conducirán a los convenios de cooperación entre las dos entidades.

En una primera fase de la cooperación, que se prolonga entre 1993 y 1995, se diseña y construye conjuntamente, en el marco de una división de las tareas, un robot industrial de tipo SCARA que se sitúa en la Universidad del Valle y cumple en este momento propósitos de apropiación tecnológica de todos los elementos constitutivos del mismo y de formación de recursos humanos en pre y postgrado.

Con la terminación e instalación del robot en Cali, se realiza un "Seminario Internacional Aplicado" en Robótica, Automatización y Redes Industriales, en Octubre de 1995. El cumplimiento de los propósitos de la primera fase permite suscribir un segundo convenio que apunta a la creación del Instituto de Automatización Industrial. Este Instituto tiene varios agentes fundamentales articulados entre sí: la Universidad del Valle, el CERMA, el Fondo de Desarrollo Industrial (FDI) del Valle del Cauca y empresas del sector.

Otra propuesta de cooperación múltiple, que involucra también la relación CERMA-UniValle, se encuentra en este momento en una fase avanzada de negociación. Se trata del proyecto de automatización y robotización para la construcción de moldes metálicos de inyección de plásticos. Lo que resulta relevante en este proyecto, al tiempo que aumenta las posibilidades de transformación de todo un sector industrial, es que en él confluyen agentes financieros del sector tecnológico como COLCIENCIAS y el IFI en asociación; instituciones para la asesoría y la transferencia de tecnología a la industria como son el CERMA, el SENA-ASTIN-Centro Colombo Alemán del Plástico y la Universidad del Valle y un número importante de empresas regionales del sector. Este proyecto se inscribe en el marco de los proyectos que han sido definidos como estratégicos para el país por el Departamento Nacional de Planeación (DNP).

Para lograr la confluencia de tan diversas fuerzas fue de la mayor importancia la actividad de concertación y de negociación de un actor<sup>31</sup> particularmente bien situado en esos contextos y conocedor de las lógicas de los diferentes sectores.

### **3. Una mirada comparativa a la lógica interna de los dos proyectos.**

Los dos proyectos que se han examinado se desenvuelven según lógicas y dinámicas diferentes que dependen, entre otras cosas, de los objetos de cada proyecto, de las circunstancias de su gestación y de su devenir y de las particularidades de los actores individuales e institucionales involucrados. El interés de un estudio comparativo reside en mostrar algunas características sobresalientes de dos vías distintas y posibles de colaboración que buscan hacer aportes eficaces al desarrollo tecnológico del país.

Ambos proyectos se orientan por la voluntad de cooperación con Colombia en un sentido de transferencia de tecnología de alto nivel. En ambos casos, los gestores más activos son miembros de la diáspora científica con gran solvencia en sus conocimientos temáticos, capaces de movilizar a las instituciones extranjeras a las cuales pertenecen, así como a otros actores de importancia internacional. Son además agentes muy activos de la red Caldas, imbuidos del espíritu de cooperación con el país.

La existencia de la red Caldas favorece la acción de un nuevo tipo de actor que no solamente es solvente en su campo de especialidad sino que además es capaz de traducir intereses de sectores diversos y puede, por eso mismo, adelantar de manera eficaz procesos de negociación. En los dos proyectos que hemos analizado confluyen numerosos intereses: los intereses académicos que buscan producir y consolidar conocimientos y ampliar el radio de acción de grupos de investigación y de instituciones, los intereses tecnológicos que se proponen la aplicación del conocimiento y de la investigación para el desarrollo de artefactos o de procesos, los intereses del sector industrial que tienden al uso con fines productivos y de rentabilidad de la tecnología y, por lo menos para el proyecto BIO-2000, el interés de los usuarios (médicos radiólogos, biólogos, etc.) que buscan, mediante el uso de la tecnología,

---

<sup>31</sup>Su vinculación simultánea a comités de instancias gestoras y ejecutoras de políticas como son Consejo Nacional de Innovación Tecnológica e Industrial del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, el Comité Técnico ASTIN-SENA y la Universidad del Valle, le permitieron, en un momento coyuntural particularmente apropiado, ampliar la base social de la colaboración CERMA-UNIVALLE.

resolver problemas particulares de su profesión. Ambos proyectos buscan extender su acción sobre todos los sectores. Por eso la traducción entre estos ámbitos culturalmente distintos de problemas y de intereses se hace indispensable.

El proyecto de automática exige un grupo receptor con vocación industrial y además con conocimientos, experiencia y destrezas suficientes para que se pueda realizar eficazmente la transferencia tecnológica. Desde un comienzo los propósitos, las fases de desarrollo y los destinatarios de este proyecto están perfectamente bien definidos. En cambio, el proyecto BIO-2000 es concebido por actores de la Red Caldas en el extranjero sin que se hubieran previamente auscultado las posibilidades de su desarrollo en Colombia. De hecho, como lo demostraron los acontecimientos posteriores, no existían en el país grupos de investigación trabajando directamente en las temáticas del proyecto. Esto implica la necesidad de construir, sobre la marcha, una definición tanto del objeto como de las áreas de trabajo. La consecuencia es que los mayores niveles de incertidumbre favorecen reorientaciones de los objetivos e inserción de nuevos actores de otros países que no estaban previstos en un comienzo y que en el proceso toman una posición de liderazgo.

Aunque el destino final de ambos proyectos se piensa en términos de su incidencia sobre un determinado sector social o económico, la universidad, por varias razones, es considerada como un agente mediador importante. Ambos proyectos se construyen sobre una racionalidad académica que debe contrastarse creativamente con las lógicas de otros sectores sociales de usuarios (industria, sector de la salud). Además, en ambos proyectos se favorece fuertemente la socialización del conocimiento a partir de intercambios de investigadores y estudiantes.

La lógica del desarrollo de ambos proyectos presenta marcadas diferencias. El proyecto de automatización se desenvuelve dentro de marcos fuertemente institucionales, a través de compromisos explícitos y articulados y sobre la base de acciones y cronogramas bien definidos. Los acuerdos institucionales garantizan una estabilidad de largo plazo para el proyecto. En cambio, hasta el momento, el proyecto BIO-2000 se presenta, a pesar de los esfuerzos de unificación y coordinación, como una federación de proyectos relativamente independientes, sin respaldo de convenios interinstitucionales, basado más en los compromisos de los grupos de investigación y de los actores que los orientan que en el de las

instituciones a las que pertenecen. Ambos favorecen la circulación de investigadores y estudiantes de postgrado a través de los diferentes grupos.

En el proyecto de automática, dado el conocimiento de la temática por parte de los actores nacionales, las negociaciones y los acuerdos se pudieron lograr muy rápidamente, respetando la conveniencia mutua. Las negociaciones y los acuerdos han sido mucho más difíciles en el caso del proyecto Bio-2000.

Entre los dos proyectos existen lógicas distintas en la transferencia tecnológica a los usuarios finales. En el de automática, la transferencia al sector industrial es directa porque desde el comienzo el proyecto traduce las tendencias y las necesidades de modernización de los sectores industriales receptores de la tecnología. Además existen en este sector de la industria, las bases suficientes para adelantar una apropiación creativa de la tecnología en cuestión. En BIO-2000, los receptores pertenecen en general a un campo disciplinar distinto al de la física aplicada y por esa misma razón no tendrían un marcado interés en involucrarse en los detalles de la investigación que conduce al desarrollo de la tecnología. Su interés reside solamente en el uso adecuado y seguro de la misma. Aquí los usuarios no están definidos de antemano. Cada grupo de investigación debe buscar las formas de interacción y de transferencia más adecuadas al entorno en que se desenvuelve su actividad. Vale decir que es necesario construir, para cada entorno particular, el sujeto social receptor de las tecnologías.

## **5. Conclusiones**

Los dos proyectos que hemos examinado en este trabajo pueden ser considerados como ejemplos paradigmáticos de formas posibles y eficaces de colaboración entre grupos de investigación en Colombia y agentes de la diáspora de investigadores colombianos en el exterior. A pesar de las diferencias, en ambos casos actores residentes en el exterior, imbuídos por el espíritu de cooperación de la Red Caldas, ponen al servicio de cada proyecto la red de relaciones que ellos mismos han construido en sus países de residencia. En este sentido, independientemente del uso que se haya hecho de los mecanismos establecidos por la Red Caldas, como son la lista de correo electrónico R-Caldas y la estructura de nodos, los dos proyectos son una expresión de la nueva política colombiana de

*Brain Gain*, que se resume en el intento de recuperar la capacidad intelectual de la diáspora expatriada sin pretender su retorno al país. En ambos proyectos -y esta puede ser una característica general-, los primeros pasos en la gestación y desarrollo se dan utilizando de manera bastante intensiva los mecanismos que ofrece la Red Caldas. Sin embargo, una vez los proyectos llegan a una primera etapa de consolidación devienen subterráneos e invisibles para la red. Las relaciones se continúan solamente entre los actores y las instituciones involucradas. En otras palabras, cada proyecto crea, en un determinado momento, su propia red de relaciones autónoma.

La contrastación de los dos proyectos que hemos estudiado revela también de manera muy clara cómo la existencia de un conocimiento previamente acumulado en grupos de investigación activos en Colombia facilita la definición de los campos y de las formas concretas de cooperación con los actores de la diáspora científica.

El estudio ha mostrado cómo la Red Caldas puede fertilizar esfuerzos para el desarrollo de proyectos. Es importante tener en cuenta, sin embargo, que ella no es *per se* un mecanismo para la generación de proyectos sino más bien un tejido social en permanente reconstrucción que puede favorecer el surgimiento de posibilidades muy diversas de cooperación. En determinadas circunstancias y dependiendo del sentido de oportunidad y de la voluntad de los actores, estas posibilidades pueden cristalizar en acciones concretas de colaboración. Por esta razón, cualquier percepción que de manera voluntarista quisiera hacer de la red un simple mecanismo útil para finalidades pre-establecidas de cooperación podría resultar contraproducente.

## Capítulo 4

### INTERNET Y LA GLOBALIZACIÓN DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA NACIONAL. UN ESTUDIO EMPÍRICO

#### Introducción.

Uno de los principales dispositivos de la red Caldas “Red Colombiana de Investigadores e Ingenieros en el Exterior”, lo constituye su lista electrónica llamada R-Caldas. Esta red conecta desde Enero de 1993 a varios cientos de personas en numerosos países, que intercambian los mensajes que se dan a conocer simultáneamente a todos los miembros de la lista. La mayoría aunque no la totalidad de ellas son de nacionalidad colombiana. La lista conforma el único espacio colectivo permanente de la diáspora científica colombiana y en este sentido se convierte en un crisol importante de identidad. A tal punto esto es cierto que a menudo se confunde la red en su conjunto con su sola expresión electrónica. Hemos procedido a efectuar un estudio sistemático de la comunicación a través de la lista R-Caldas desde su origen, en Enero de 1993, hasta comienzos de 1996. Este estudio comprende más de mil mensajes analizados en una base de datos de treinta campos.

El estudio a través de esta base de datos tiene un doble objetivo. Consiste primero en aprehender este fenómeno nuevo que constituye la actividad comunicativa electrónica. En este sentido el presente estudio empírico es pionero e inédito en Colombia. El segundo objetivo de este trabajo es examinar concretamente un aporte de INTERNET al desarrollo científico, entre comunidad local y diáspora mundial. Es también un viaje documentado al corazón mismo de un mito postmoderno: la aldea planetaria. Sin pretender responder aquí a todas las preguntas formuladas por el estudio, hemos escogido abordar 4 que consideramos esenciales: ¿la lista electrónica constituye un espacio de encuentro atractivo, estable y dinámico para los miembros de la diáspora y para los investigadores en Colombia? ¿cómo se caracterizan la emisión y la recepción de mensajes a través de esta lista? ¿en qué consiste la comunicación y cuáles son los contenidos? ¿en qué forma fertiliza las relaciones entre la diáspora y la comunidad local colombiana?

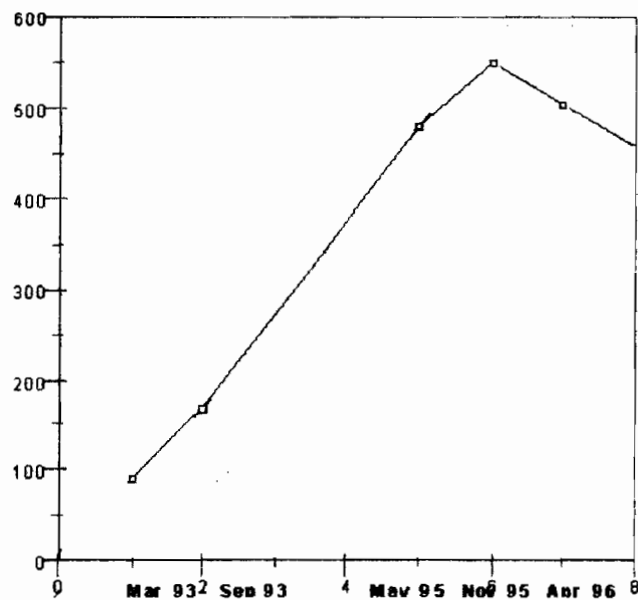
Estas preguntas nos llevan a examinar los resultados de la explotación de la base en cuatro puntos sucesivos:

- I- La evolución de la participación en la lista R-Caldas
- II - La actividad y la intensidad emisora
- III - El contenido de la comunicación
- IV - El trabajo científico a través de la red electrónica

### I - Evolución de la participación en la lista

**1) El crecimiento exponencial.** La evolución del número de personas inscritas en la lista muestra un fuerte crecimiento durante todo el período, pasando de 90 dos meses después de su creación a 551 cerca de tres años más tarde (Gráfico 4.1). La ligera disminución que se observa a comienzos del año 1996 (505 inscritos en abril de 1996) coincide con una reorganización de la lista electrónica efectuada por sus administradores. Esta expansión sostenida del número de inscritos es signo de un dinamismo real: cada vez más personas tienen acceso a la lista electrónica y se conectan a ella.

**Gráfico 4.1**  
**Evolución de la participación en la lista R\_Caldas (Mar 93-Abr 96)**

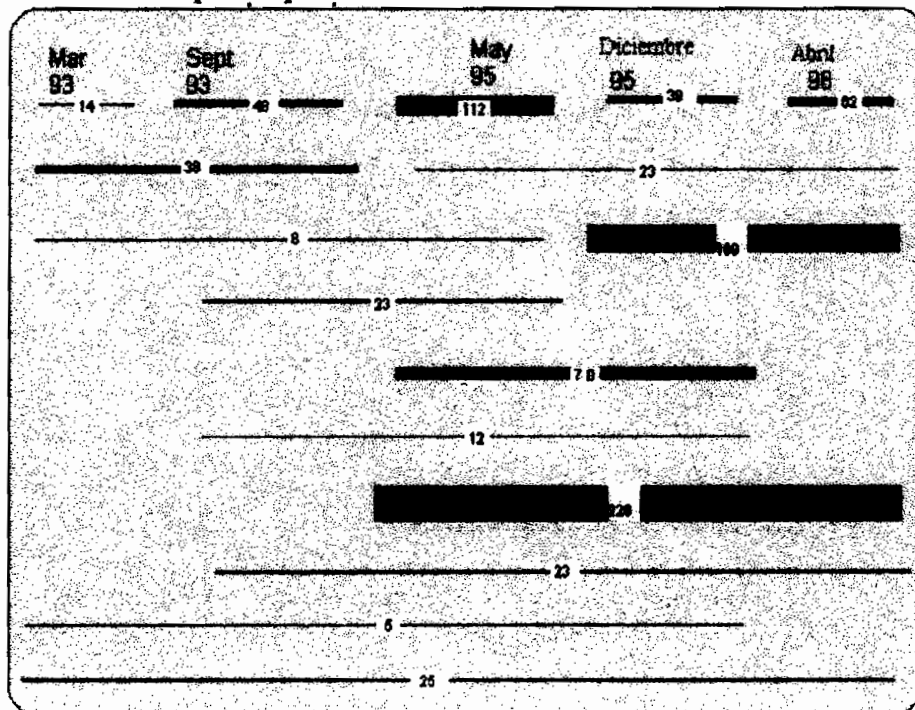


**El eje vertical representa el número de inscritos**



2) **Una lista evolutiva y relativamente estable.** En total, por lo menos 874 personas han estado conectadas en un momento u otro a la lista R-Caldas. Es una cifra mínima obtenida por la medición de la población en cinco censos electrónicos efectuados en diferentes momentos. Puede darse el caso que haya habido más participantes que no han sido tomados en cuenta, si entraron y salieron entre dos censos. En particular, el año de 1994 que no ha sido cubierto, puede presentar esta situación. De todas formas la cifra de 874 significa que hay idas y venidas, o al menos, entradas y salidas de la lista. El cronograma (Gráfico 4.2) proporciona el número de inscritos que han permanecido en la lista durante cada período.

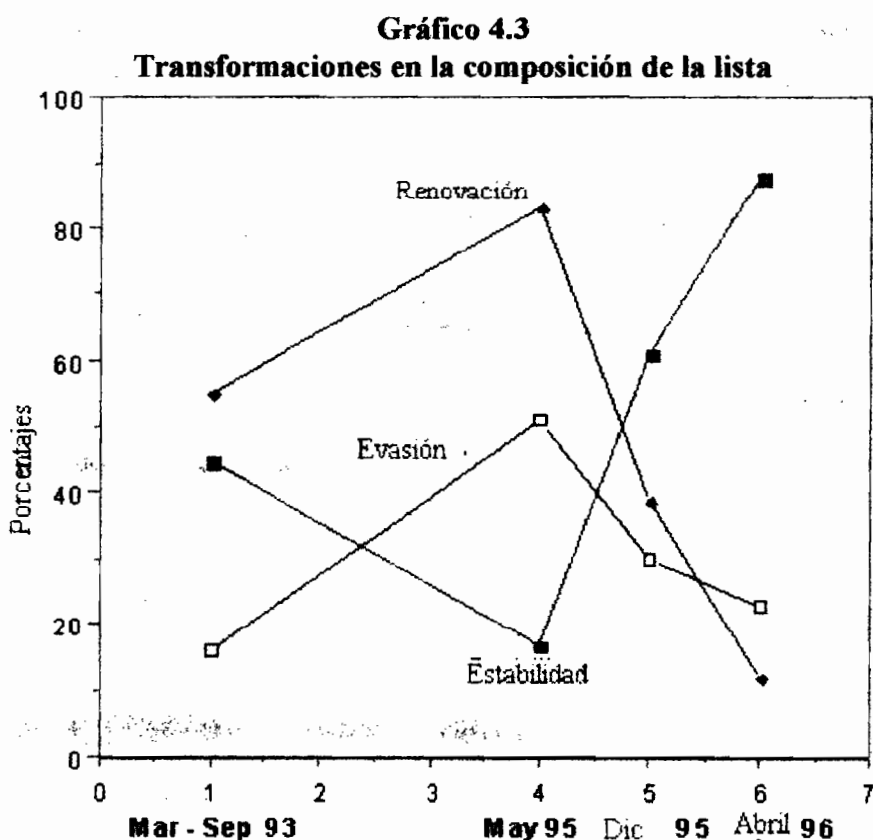
**Gráfico 4.2**  
**Número de participantes de la lista en cinco censos electrónicos**



El Gráfico 4.3 nos proporciona información acerca de tres aspectos que permiten caracterizar los movimientos, las transformaciones, en la composición de la lista:

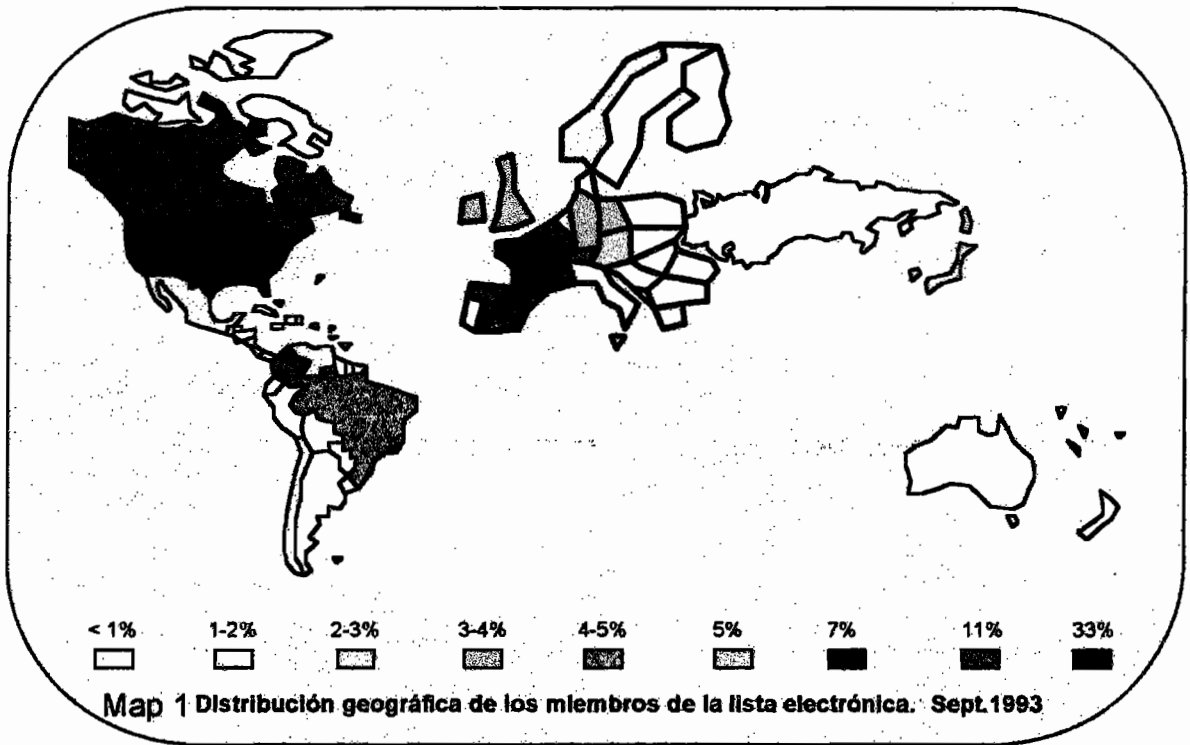
- Las salidas, tasa de evasión.
- Las entradas, tasa de renovación.
- Las permanencias, tasa de estabilidad.

Estos datos indican que la lista R-Caldas es evolutiva. La población no es totalmente la misma a comienzos y a finales y hay una renovación permanente en la composición. Sin embargo, esta renovación es parcial y se nota mucha más continuidad de la participación que rupturas fuertes. En particular, el gráfico muestra una neta tendencia a la estabilización de esta población. La lista R-Caldas parece haber llegado a un umbral de desarrollo, con renovaciones y pérdidas débiles, cercano a los 500 miembros.



En todo caso, la población de la lista electrónica no aparece como una población “volátil”. La lista es efectivamente un lugar de paso al cual no se pertenece eternamente, pero donde sí se establece una vinculación pasajera que se prolonga cada vez más. Existe una cierta fidelidad a la lista. Este carácter estable, continuo, progresivo, de la composición, significa que la lista constituye un espacio comunitario, ciertamente no de una comunidad inmóvil pero sí con una tradición, orientaciones y normas de comunicación transmitidas y avaladas por la práctica colectiva.

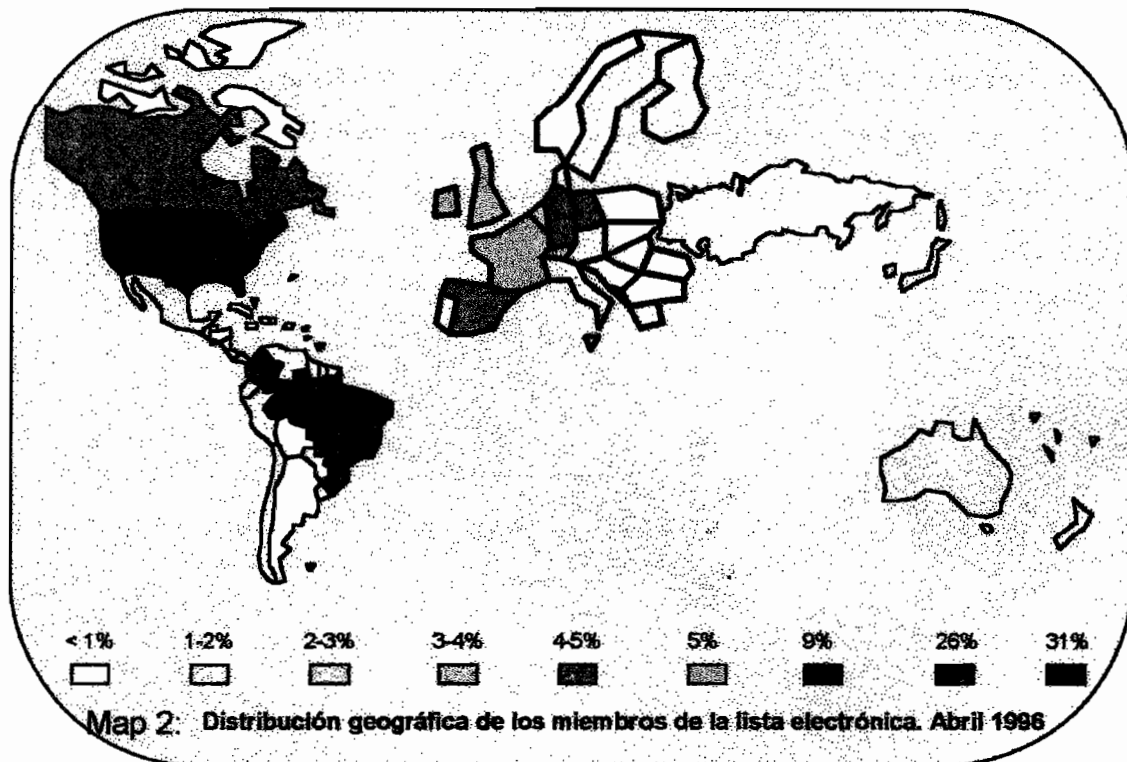
**3) Participación creciente de la comunidad científica en Colombia.** Se constata una evolución geográfica en la composición de los participantes de la lista. Inicialmente muy fuertemente concentrada en América del Norte (USA y Canadá) y Europa (Francia, España), la participación se diversifica (pasa de 13 países en marzo de 1993 a 26 tres años más tarde) y América Latina pasa a ocupar un lugar mucho más importante (Colombia y Brasil principalmente) convirtiéndose en la región con mayor número de participantes (ver Mapas 1 y 2).



Aquí es posible constatar dos fenómenos:

- a) el desarrollo de las redes electrónicas en los países en desarrollo, en donde se encuentra un alto número de efectivos colombianos (países latinoamericanos en su mayoría);
- b) la internalización (endogenización) en Colombia de la Red Caldas; INTERNET abrió indiscutiblemente la posibilidad a los residentes de comunicarse con sus pares expatriados y aprovecharon la oportunidad. Colombia es ahora el segundo país en número de inscritos (más de un cuarto del total), seguido de cerca por Estados Unidos y muy por delante de los demás países. Es también el país que registra, tanto en porcentaje como en cifra absoluta, el

más fuerte crecimiento de conexiones a la red, lo que prueba una difusión interna de la red y quizás el final de una red diaspórica excéntrica.



Igualmente es posible notar un cierto estancamiento y aún a veces una ligera disminución de la participación en valor absoluto de ciertos países: España, Francia, México, Canadá, Austria y aún los Estados Unidos, aunque en menor medida. ¿Será esto el presagio de una saturación del potencial de comunicación en estas zonas o el hastío de los participantes en estos países? Parece significativo que estos países sean con frecuencia aquellos que primero se conectaron y han renovado poco sus participantes... También es necesario considerar que hay listas disidentes o locales que existen internamente...

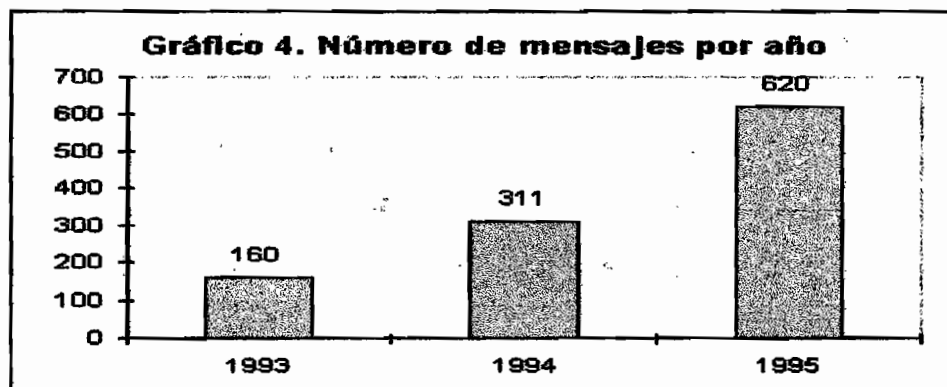
**4) La dispersión geográfica e institucional de los miembros de la lista.** La red es tanto geográfica como institucionalmente dispersa. Pocos inscritos en la lista tienen una dirección electrónica cercana. La mayoría de los miembros están “aislados”, en algún momento del periodo. Para ellos la red crea por tanto una proximidad, que sin ella no existiría. Los vínculos sociales físicos no parecen tener un gran impacto sobre la red electrónica. Las

personas que se han inscrito lo han hecho sin comunidad local, salvo quizás dentro de Colombia misma.

Sin embargo, se nota una concentración creciente de efectivos: se ha pasado de cerca de  $\frac{3}{4}$  aislados al comienzo a casi la mitad de no aislados al final. El número de instituciones disminuye entre mayo de 1995 y abril de 1996, mientras que el número de participantes aumenta. El fenómeno está relacionado con la "colombianización" de la lista: las grandes instituciones colombianas concentran un número importante de miembros (Univalle, Colciencias, Uniandes, UNC, Javeriana). Además están masivamente localizadas en Bogotá. Si se retiraran estas instituciones colombianas, la lista quedaría extremadamente dispersa con algunas pequeñas concentraciones locales como en Brasil, por ejemplo, pero que no superan 5 personas inscritas de la misma institución. Por lo tanto la diáspora es dispersa, mientras que la comunidad electrónica colombiana se encuentra aglutinada en algunas instituciones. De un origen nebuloso, la red pasa progresivamente a adquirir la forma de un sistema centrado, en Colombia.

## II - Actividad e intensidad emisoras

1) **Crecimiento masivo del número de emisiones.** La cantidad de emisión de mensajes se dobla cada año (Gráfico 4.4). Lo anterior se traduce en una densificación progresiva de la comunicación. En 1994 los días de emisión representaban 39% de los días del año, con un promedio de 2.2 mensajes por día de emisión. En 1995 los días del año que constituyen días de emisión son el 56%, con un promedio de 3 mensajes diarios.



En 1994, la mitad de los mensajes posee una frecuencia de emisión de 1 por día, y la otra mitad se escalona entre 2 y 10 por día, con una débil cantidad de días de fuerte emisión (> 3 mensajes/día). Esto significa que hay una diseminación comunicativa muy poco densa, ya que la mayoría de los mensajes se emite a razón de uno, dos o tres por día. La evolución es muy sensible en 1995: hay menos días en los cuales se emite solamente un mensaje y los días de emisión con un mínimo de dos mensajes (máximo doce) son dos veces más numerosos. La mayoría de los mensajes se emite a razón de 3, 4, 5 y 6 por día. Esto significa una fuerte densificación de la emisión y una intensificación notable de la comunicación. Lo anterior modifica la recepción: se reciben más mensajes, más a menudo y cada mensaje viene generalmente acompañado por otros.

Sin embargo, si se compara esta actividad emisora con la de otras listas electrónicas a veces menos numerosas en cuanto al número de inscritos, es posible constatar que es cuantitativamente débil y de una intensidad relativamente modesta. Ello se debe al carácter de comunicación de la lista, tal como lo demostraremos más adelante.

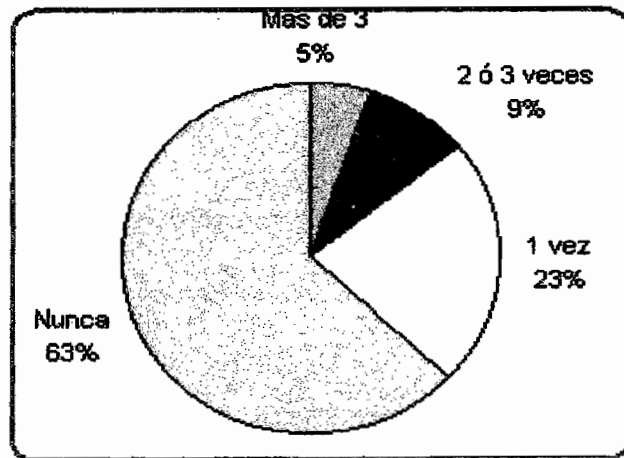
**2) Actividad emisora polarizada** La actividad emisora es a la vez concentrada y dispersa. Un número importante de instituciones y de individuos diferentes emiten en un momento u otro, pero la mayoría de las emisiones se concentra alrededor de algunas de dichas instituciones o de algunos de dichos individuos.

**a) Personas emisoras.** Es posible observar que la población de la lista está constituida en su mayoría por “*lurkers*” -Inscritos “furtivos” (así llamados por los responsables de otra lista electrónica, de sociología de las ciencias)- que no emiten nunca. Más o menos dos inscritos de tres se encuentran en este caso (Gráfico 4.5).

Además, entre quienes emiten, la parte de los emisores excepcionales representa igualmente cerca de 2/3. Quienes emiten ocasionalmente representan un poco menos de 10% y los emisores significativos escasamente llegan a 5%. La intensidad de la actividad comunicativa, o por lo menos emisora, es inversamente proporcional al número de emisores (Gráfico 4.6). Este fenómeno de polarización no es sorprendente y parece corresponder a una práctica electrónica corriente

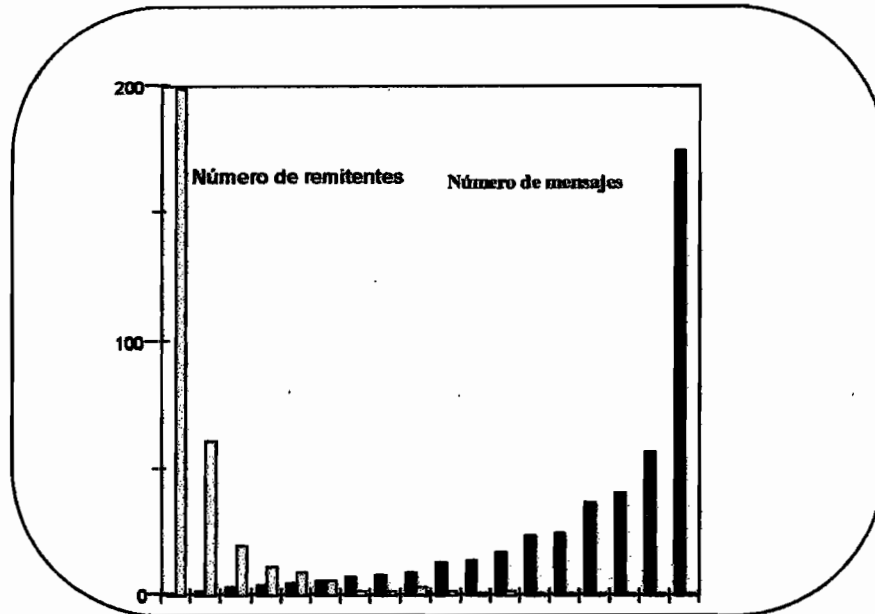
**Gráfico 4.5**

**Proporción de remitentes por frecuencia de emisiones**



**Gráfico 4.6**

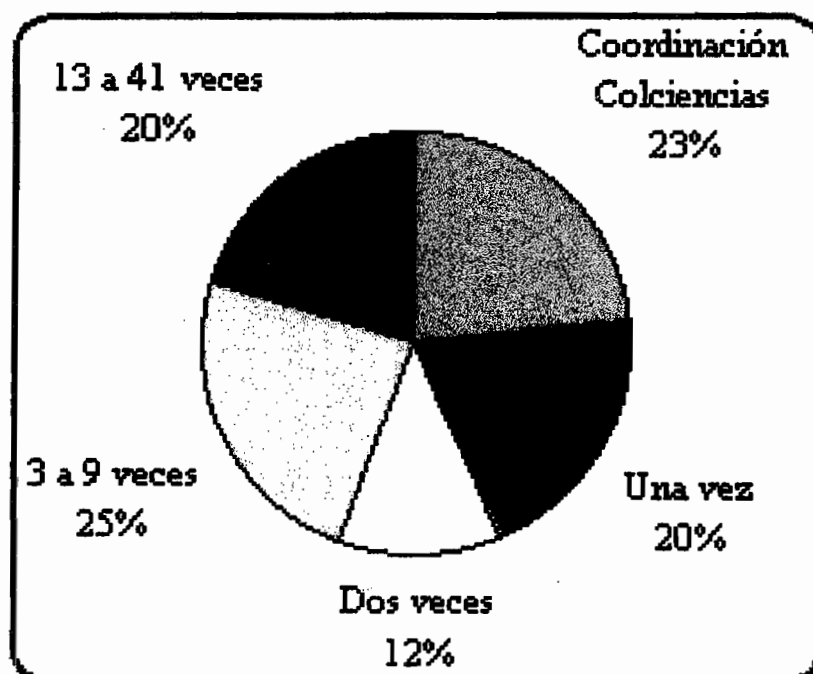
**Comparación entre número de mensajes y número de remitentes**



Si se considera la parte de la comunicación electrónica atribuible a las diferentes categorías de emisores, se constata que más de 2/3 de los mensajes emitidos (68%) provienen de los emisores ocasionales (de 3 a 9 mensajes durante el periodo), de los

emisores frecuentes (de 13 a 41 mensajes durante el período), y de la coordinadora de Colciencias (232 mensajes durante el período) (Gráfico 4.7). Por otra parte, las categorías emisores excepcionales (1 mensaje durante el período) y casuales (2 mensajes durante el período) representan menos de 1/3 del total de la comunicación electrónica.

**Gráfico 4.7**  
**Proporción de mensajes por categoría de remitentes.**



¿Qué significan estas cifras? Que el espacio comunicacional es conocido y está señalado. Ha sido marcado por personas, identificadas. Cuando una persona emite más de tres veces, es identificada por los demás y tiene la oportunidad de ser reconocida, las veces siguientes. La comunicación electrónica no es anónima y el sentido no es aleatorio, el contenido se construye a menudo con un cierto presentimiento de lo que pueden ser las reacciones. La interpretación del sentido se hace en función de estos puntos de referencia. La paradoja es que el resto es un hueco negro y sin embargo constituye la mayoría de quienes reciben y por tanto también de quienes interpretan.

**b) Instituciones emisoras.** Hay 165 instituciones emisoras.



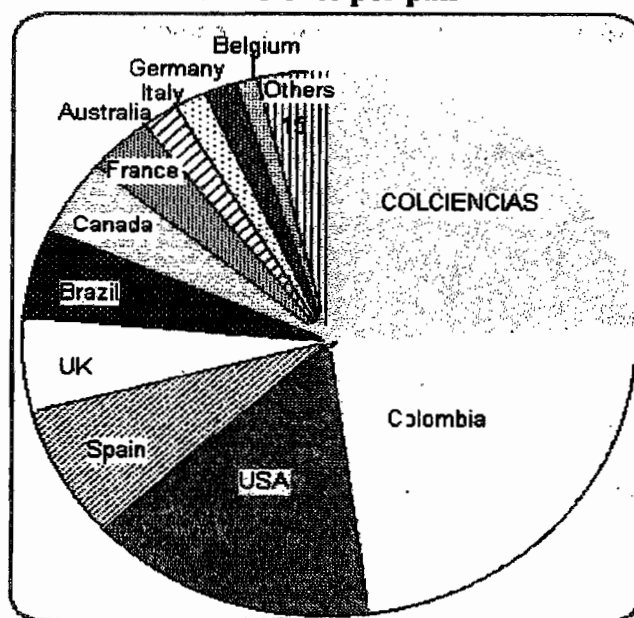
78 emiten una vez (47%),  
 29 emiten 2 veces (18%),  
 40 emiten entre 3 y 10 veces (24%),  
 18 emiten más de 10 veces (11%).

La dispersión institucional es menos fuerte que la dispersión individual pero, sin embargo, es muy significativa. Y la polarización es evidente: el 11% de las instituciones emiten 2/3 del conjunto de los mensajes.

Un fenómeno interesante: si bien es cierto que ninguno de los grandes emisores individuales está en Colombia (exceptuando las coordinadoras de Colciencias), también es un hecho que 5 instituciones colombianas se encuentran entre las 17 grandes emisoras, y representan el 35% de las comunicaciones emitidas por esta categoría (eliminando a Colciencias). Esto significa una personalización mínima de la comunicación en Colombia y una repartición sobre un amplio número de personas. Encontramos nuevamente las grandes instituciones inscritas (Univalle, Uniandes a la cabeza, los “activos electrónicos”) con un desdibujamiento de dos otros grandes de Bogotá, UNC y sobre todo Javeriana en beneficio de los emisores de provincia (Eafit y Uniandioquia), dinámicos aunque poco numerosos.

c) **Colombia: centro emisor.** Hay 28 países emisores (Gráfico 4.8)

**Gráfico 4.8**  
**Emisiones por país**



La emisión es más o menos dispersa o concentrada según los países. Muy concentrada en Suiza (20 por institución en promedio), en Italia (8) y en España (7,5) y lo es menos en Colombia (un poco menos de 6 si se excluye la coordinadora de Colciencias) y en Canadá, Brasil, Bélgica y Francia (entre 4 y 6); en los Estados Unidos está poco concentrada (3) y en Alemania muy dispersa (1,2).

Colombia tiene una tasa de emisión más alta que el promedio de inscritos, así como Australia, y a la inversa de los Estados Unidos. Los demás países son más o menos equivalentes: su porcentaje de emisión corresponde, en gran medida, al de su número de inscritos. Estas cifras permiten pensar que los participantes “furtivos” son menos numerosos en Colombia; los de Suiza, por el contrario, son muy numerosos; se ve, pues, un fuerte contraste según los países. Podría ser que la conexión a la lista se haga por motivos diferentes según el lugar de residencia. En Colombia, por ejemplo, las personas se conectan tanto para transmitir informaciones como para recibirlas, mientras que en la diáspora la Red sirve más como una herramienta de información constante acerca de las actividades académicas del país y las de los compatriotas en el exterior. Es una postura que denominamos: “vigilia estratégica individual”.

### **III - El contenido de la comunicación**

#### **1) Comunicación académica sostenida y de carácter nacional**

##### **a) Idiomas de comunicación**

895 (87%) mensajes son en español

39 (4%) en español e inglés

91 (9%) en inglés

1 en español y portugués.

La lengua dominante es ampliamente el español. El inglés no es utilizado, conjuntamente o solo, sino en 13% de los casos. La lista es, por lo tanto, eminentemente latina e hispanófono; aún si se trata de una lista mundial y científica, no adopta ni la lengua internacional ni la de la ciencia. Los mensajes en inglés son, con frecuencia, importaciones:

texto del exterior, anuncios de acontecimientos, de empleos, de becas, etc. Esta lengua es implícitamente conocida puesto que hay más en inglés que en español-inglés pero no es la de la comunicación, así como tampoco lo son el francés y el portugués a pesar del hecho de que algunos miembros de la lista no son colombianos.

**b) Longitud de los mensajes.** Podemos repartir el conjunto de los mensajes según categorías definidas por su longitud: menos de media página; son mensajes cortos que suministran una información breve, una reacción espontánea, un intercambio de contenido poco desarrollado; entre media página y una página;

- son mensajes más elaborados, el equivalente a una carta, que demandan algunos minutos para su redacción; de una a dos páginas; el equivalente a una larga carta, un intercambio preparado, o al menos al cual se le dedica un cierto tiempo de expresión;

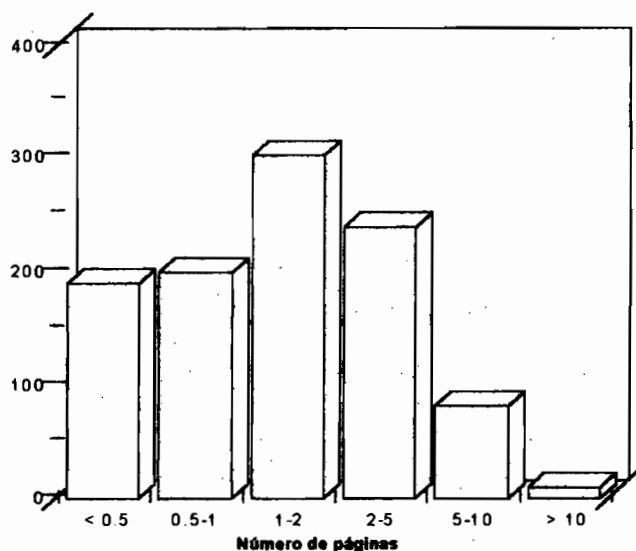
- de dos a cinco páginas; se trata de una comunicación muy desarrollada, con un contenido sustancial, que requiere una elaboración consistente por parte del redactor y un tiempo de lectura apreciable; de cinco a diez páginas; es una información muy elaborada, generalmente preparada con anticipación y difundida en un segundo tiempo; el contenido es evidentemente muy sustancioso;

- más de diez páginas: casos excepcionales, transcripción de artículos largos.

El gráfico 4.9 indica que la mayoría absoluta de los mensajes tiene una longitud comprendida entre 1 y 5 páginas. Esto revela una comunicación evidentemente elaborada. La mayoría de los mensajes con frecuencia son trabajados y preparados con antelación. Este es seguramente el caso de todos aquellos que sobrepasan 2 páginas y que son envío de textos “importados”. Proviene, en efecto, bien sea de otras listas electrónicas o del ámbito externo a la “electrónica” y son pasados a la red que actúa así como una plataforma giratoria de información pre-elaborada. En el caso de mensajes entre una y dos páginas, puede tratarse de textos pre-elaborados, pero también de textos escritos directamente para la red. Sin embargo, en este último caso, se trata de un texto construido, estructurado, que remite a un trabajo de comunicación elaborado. En promedio, la red contiene por tanto una información sustancial en término de contenidos que ha sido forjada por un trabajo previo, efectuado en el curso de la conexión o con anterioridad a la misma. Pero la red es también

un lugar de vida comunicativa espontánea e inmediata. La parte correspondiente a los mensajes cortos no es despreciable, aunque sea minoritaria.

**Gráfico 4.9**  
**Tamaño de los mensajes**



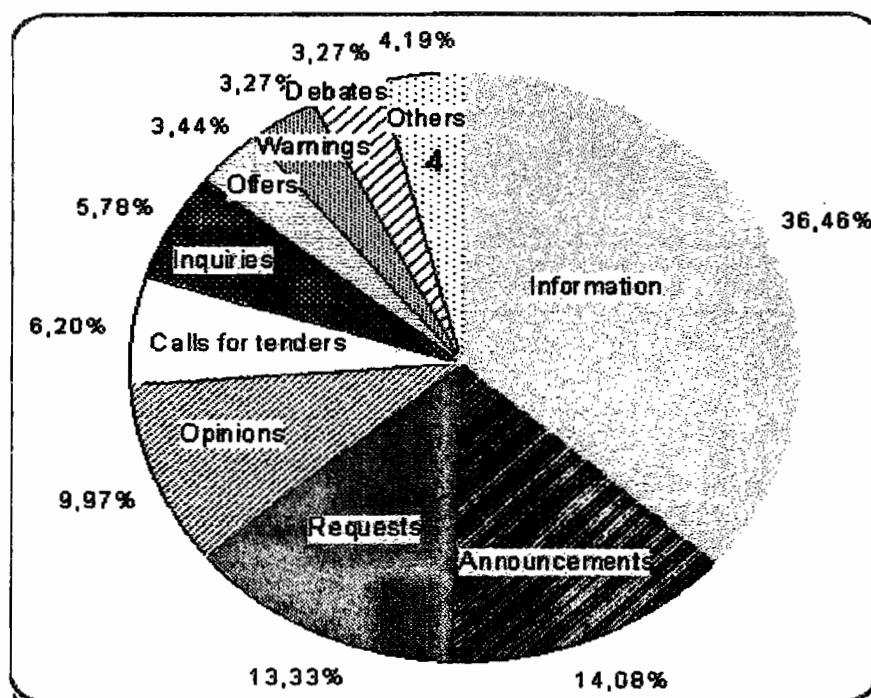
La lista conlleva por lo tanto los dos aspectos: en primer lugar, constituye un espacio de intercambio de información elaborada, que representa el trabajo de actores que puede recuperarse mediante la circulación electrónica; pero es también un lugar de expresión inmediata, de un compartir instantáneo con intercambios cortos. Otras listas INTERNET están mucho más centradas en los mensajes cortos, en un foro de intercambios entre múltiples participantes, como si se tratara de una discusión alrededor de una mesa redonda. Este no es más que un aspecto de la lista R-Caldas que se parece cada vez más, en su conjunto, a un boletín de informaciones académicas, una *Newsletter* en la cual los contenidos raramente se desarrollan como en un coloquio o en una revista científica, pero sí son suficientes para alimentar la labor personal de los receptores.

## 2) Uso instrumental mucho más que social

### a) Las grandes categorías de mensajes.

Si se considera la lista como un lugar en el cual se efectúan diferentes transacciones, en el que se intercambian comunicaciones y si se reparte, por tanto, en categorías de “oferta” y “demanda”, podemos deducir que las primeras (información, anuncios, opiniones, convocatorias, avisos, ofertas, sugerencias, felicitaciones) son ampliamente superiores a las segundas (solicitudes, investigaciones): representan 76% contra 19%; las demás categorías son neutras o recíprocas (debates, agradecimientos, errores técnicos). Esto permite pensar que la lista es, ante todo, un medio de difusión para los emisores, que no vienen tanto a buscar como a ofrecer algo.

**Gráfico 4.10**  
**Tipos de mensajes**

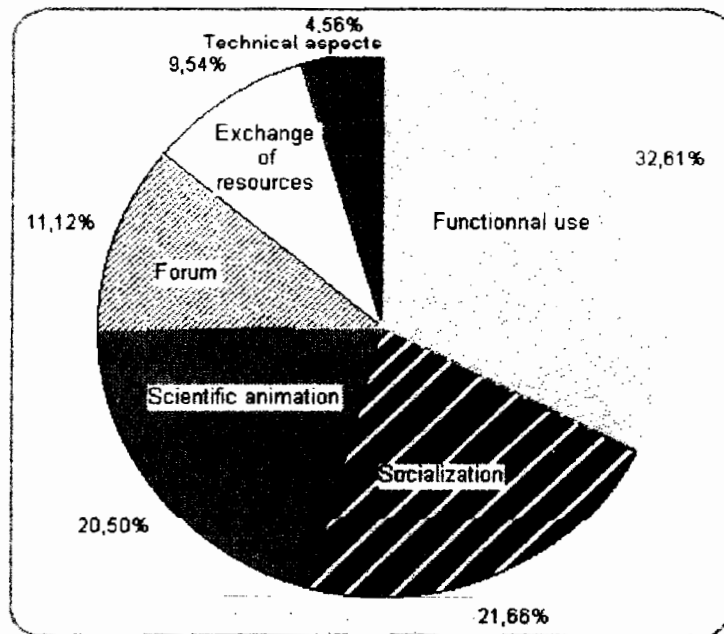


La lista actúa más como un medio que como un foro; un poco como un diario que suministra informaciones, anuncios, opiniones. Quizás esto es lo que buscan los participantes “furtivos”, es decir aquellos que no se expresan, sino que prefieren recibir, y se satisfacen con este nivel de comunicación. En esta forma, los emisores lo son en el pleno sentido del

término (oferentes) y los receptores lo son igualmente (recibidores). Repartición de roles que va al encuentro de la interactividad máxima del mito INTERNET y tiene más relación con los medios clásicos. Los inscritos son abonados que se surten de información o de valores virtuales, es decir, potencialmente útiles.

**b) Categorías de uso de los mensajes.** Si se quiere percibir la totalidad de los mensajes y su vocación en forma exhaustiva, es necesario reagrupar por categorías ya no por tipos (ver anteriormente) sino más bien por el uso aparente, es decir según la utilidad. Hemos definido así 6 grandes categorías (Gráfico 4.11):

**Gráfico 4.11**  
**Tipos de uso de los mensajes**



Un tercio de los usos son funcionales, es decir que cumplen una función para el usuario, quien los utiliza o puede utilizarlos en desarrollo de sus acciones. La red tiene por tanto un carácter instrumental. Sirve para fines prácticos, utilitarios, en la mayoría (relativa) de los casos. La lista electrónica colombiana pone a disposición un fondo de recursos comunes que hace circular. Se convierte en vector potencial del desarrollo personal... “Si requiero un recurso bibliográfico, en lugar de dirigirme a mi laboratorio local o al ciberespacio impersonal y universal, voy a preguntarle a mis compatriotas...” Y es seguramente

aquí, en lo concreto inmediato, en estos intereses directos que suministra la conexión electrónica, donde la red adquiere su razón de ser y permite una identificación individual a un colectivo de carácter nacional.

Pero la lista electrónica es más que un simple medio impersonal; es también un medio de intercambio, una forma de compartir información. Es un espacio de comunicación en el lato sentido del término: los individuos transmiten públicamente aquellas informaciones que suponen son de interés general. Es una fuente común a todos, de referentes compartidos, probablemente la única en el campo intelectual para la diáspora colombiana y para la comunidad científica local. Por lo tanto constituye el crisol mismo del pensamiento común de una población por naturaleza dispersa. Las informaciones compartidas (de tipo general, formal o institucional) son un medio para que sus actores puedan lograr una posición estratégica: disponen así de una herramienta de observación de las actividades en Colombia y en la red.

La lista electrónica es, indiscutiblemente, un espacio científico. Una buena parte de las informaciones que circulan revisten un carácter académico directo. La lista es especialmente una plataforma de participación multidireccional de acontecimientos. Por lo tanto, está bien utilizada para lo que fue creada y por quienes la escogieron y la mantienen para tal fin: la academia. Es un lugar serio de intercambio de material de comunicación.

El aspecto de foro refuerza esta imagen: la lista constituye la sede de discusiones y polémicas. Sin embargo, éstas no derivan nunca en recriminaciones o conflictos violentos o denuncias, como sí sucede con frecuencia con otras listas electrónicas. Por el contrario, las discusiones que se generan a veces sobre acontecimientos sensibles (pruebas nucleares francesas, imagen de Colombia en el exterior, prisión de Gorgona), quedan invariablemente circunscritas a sus aspectos técnicos y científicos. Como si, a pesar de un atractivo hacia lo socio-político, la academia tomara conciencia y tratara los problemas a niveles diferentes. Muy pocas veces, aunque si ocasionalmente, es necesario hacer un llamado a la vocación original exclusiva de la red para protegerla de contaminación.

Finalmente y como última dimensión significativa, la lista es un mecanismo de mercado. Sirve para difundir información relativa a la oferta de empleos académicos en forma extensa, neutra, homogénea y anónima (para todos, de manera no diferenciada). Por

tanto queda fuera del ámbito de las roscas locales y se universaliza. En cierta forma, constituye el mercado perfecto reconstituido, tal como lo han imaginado los neoclásicos: acceso de todos a la misma información y en el mismo momento, independientemente de dónde se encuentren. Esto se sale de las redes socio-profesionales en las cuales el conocimiento es restringido, poco formal, lento y localizado.

Los mensajes que tratan sobre aspectos técnicos representan una minoría de los casos, en los cuales el funcionamiento automático de la lista presenta dificultades. En forma general, este funcionamiento es casi naturalizado: los inscritos no ven aparecer al administrador técnico; solamente de cuando en cuando se da el caso que un debutante recuerde que el funcionamiento depende de condiciones o normas socio-técnicas precisas.

### **3) Dispersión semántica de los mensajes**

900 mensajes se han caracterizado por palabras claves, algunas de ellas hasta con 10 descriptores. El ejercicio consistió en tratar de establecer una calificación muy fina del conjunto de los contenidos tratados en esta comunicación electrónica heterogénea. El resultado es elocuente, pero no puede tratarse cuantitativamente. Hay más de 1600 palabras clave distintas y menos de 400 se repiten por lo menos una vez. Esto revela una dispersión semántica enorme. No hay un umbral de mensajes relacionados entre sí, sino más bien una proliferación multidireccional. Tan sólo algunos descriptores se destacan individualmente (más de veinte ocurrencias): Colciencias, Colombia, Universidad Nacional, Red Caldas, Universidades del Valle, de los Andes, de Antioquia... Las grandes instituciones colombianas aparecen por tanto en primer lugar y principalmente Colciencias institución a la cual la red sirve de plataforma evidente. Colombia es frecuentemente objeto de discusiones o de informaciones. La Universidad Nacional, aunque poco presente en la red electrónica por parte de sus miembros inscritos y emisores, lo está mucho más a través de los contenidos. Esto significa que su peso en los mensajes de comunicación es superior a su presencia física, como si, actor incuestionable en la escena académica colombiana, fuera objeto de referencias a distancia sin necesidad de que intervenga directamente. La presencia de las demás instituciones importantes está más acorde con su importancia como emisores y receptores en



la red. La misma red Caldas es frecuentemente objeto de discusiones en la lista. Se trata de una “reflexión” al interior del recinto electrónico, de la construcción de asociaciones constitutivas del mismo; los intercambios electrónicos a este respecto reflejan los vínculos tejidos sobre el terreno o, algunas veces, constituyen la trama.

El programa de cartografía de los contenidos “Leximappe” se aplicó para tratar de develar los puntos fuertes, de agregación semántica, gracias al análisis de concurrencias de palabras claves. Estas no podían abarcar sino  $\frac{1}{4}$  del conjunto de los descriptores, (400 que se repiten por lo menos una vez sobre un total de 1600). Permite efectivamente hacer aparecer aglomeraciones (*clusters*) lo que significa que la dispersión no es absoluta. Pero las aglomeraciones se efectúan sin necesidad de representar puntos estadísticamente muy significativos del conjunto de la comunicación puesto que se realizan entre una multitud de descriptores particulares. Son algunos archipiélagos (un debate, la repetición de anuncios de un acontecimiento, una convocatoria a un concurso) en un océano de palabras claves...

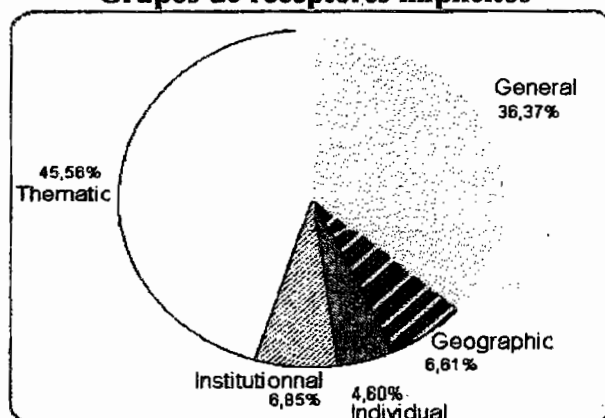
#### **IV - El trabajo científico a través de la red electrónica**

##### **1) Selectividad implícita de la comunicación.**

Los mensajes destinados al conjunto de los miembros son una minoría (36%). La mayoría se refiere a grupos específicos, temáticos, geográficos, institucionales o de individuos. La lista no es por tanto un lugar en donde todo se da a todos, sino más bien un espacio de transacciones pocas veces particulares, pero a menudo específicas. La lista no es una tribuna desde donde es posible dirigirse a toda la colectividad, sino una cuadrícula de relaciones de comunicaciones colectivas selectas. Una mayoría relativa (46% de los mensajes) está destinada a receptores temáticos.

La dispersión temática es importante: hay por lo menos 71 temas identificados (lo que representa un promedio de un poco menos de 8 mensajes/tema), algunos muy generales (disciplinas), como la física, otros muy especializados como la violencia, por ejemplo. Esto confirma los resultados de nuestra encuesta postal: la diáspora es un mundo socio-cognitivo inconexo, menos disperso temáticamente que geográficamente.

**Gráfico 4.12**  
**Grupos de receptores implícitos**

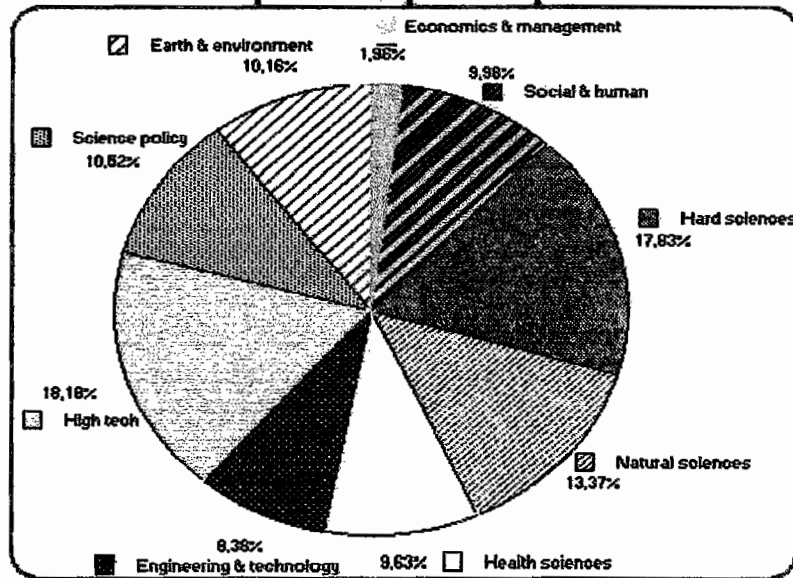


**2) Comparación temática entre la actividad de la red electrónica y la de la comunidad científica colombiana local.** Los grupos temáticos se reparten en grandes campos disciplinarios según el Gráfico 4.13, entre los cuales los 9 identificados representan más de un tercio del conjunto. Las nuevas tecnologías están seguidas por las ciencias naturales, la ciencia política y las ciencias de la tierra y del medio ambiente, que entre las tres agrupan un tercio de los mensajes. Finalmente, las cuatro últimas categorías representan menos de 10% cada una (ciencias sociales, salud, ingenierías y tecnologías tradicionales y economía-derecho y administración). Esta última categoría es, por mucho, la más débil.

¿Son las orientaciones temáticas y las disciplinas visibles en la red electrónica distintas o similares a las identificadas en la comunidad científica colombiana? Si se compara campo por campo el número de mensajes temáticos con el número de publicaciones producidas en Colombia, se obtiene una imagen diametralmente opuesta (Gráficos 4.14 y 4.15). Las temáticas fuertes dentro de la comunidad científica colombiana son débiles en la red electrónica e inversamente. Esto equivaldría a decir que hay una cierta relación de complementariedad entre las dos entidades.

**Gráfico 4.13**

**Grupos de receptores implícitos**

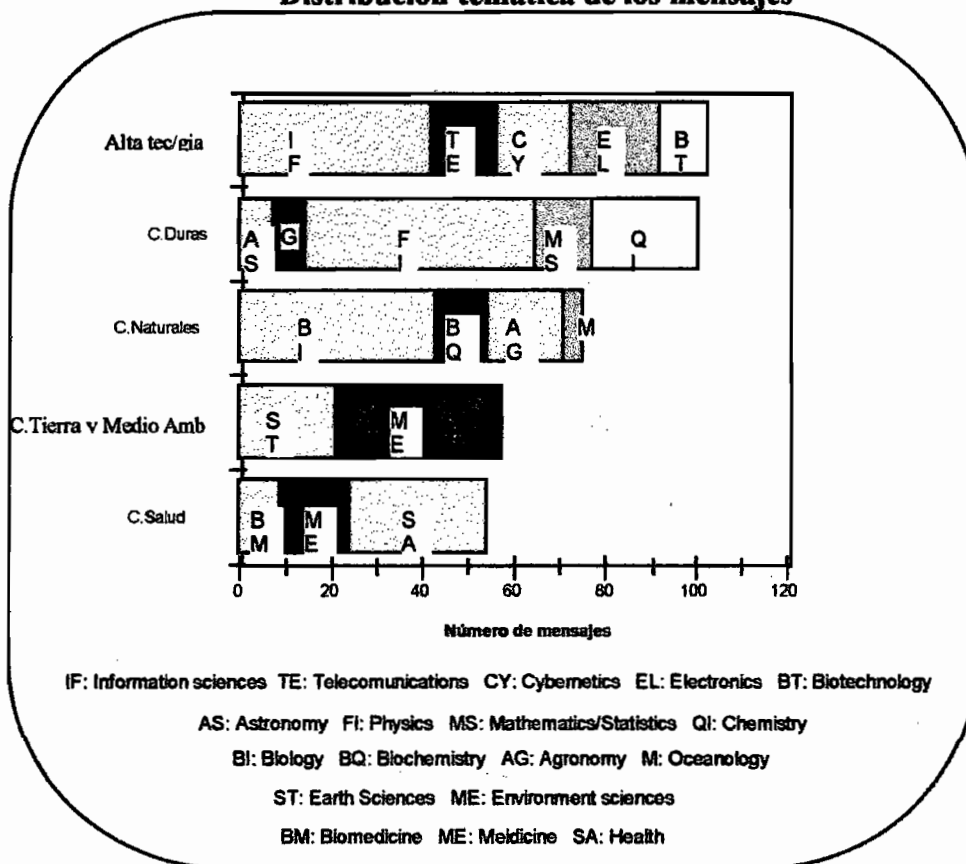


En un artículo anterior habíamos demostrado (Meyer, Charum, Granés, Chatelin; 95) que los compuestos disciplinarios de la ciencia que se practica en Colombia reflejan una cierta orientación positiva hacia los problemas locales que la investigación pretende resolver. Pero también habíamos hecho énfasis sobre la debilidad del sector “nuevas tecnologías” que traducía una desventaja estructural del país en cuanto a innovación tecnológica y limitaba su capacidad de desarrollo socio-económico en un contexto abierto. La pronunciada actividad de la red electrónica en este sector podría revelar un potencial capaz de remediar esta debilidad, con posibilidades de generar innovaciones a partir de la diáspora, convirtiéndose así en un complemento de la comunidad local en un sector estratégico. Para verificar esta hipótesis, es necesario examinar si la concentración temática “nuevas tecnologías” se desprende más de los miembros de la diáspora que de los de Colombia. Pero es evidente que la mayoría de los mensajes temáticos de este sector emitidos a través de la red, provienen en su gran mayoría de investigadores radicados en Colombia. ¿Vendría esto a refutar la hipótesis precedente? No, puesto que el estudio detallado de estos mensajes revela varias

cosas:

**Gráfico 4.14**

**Distribución temática de los mensajes**



- un buen número de dichos mensajes son “solicitudes” y no ofertas, es decir, que las instituciones colombianas buscan a través de la red obtener informaciones, competencias o recursos que no pueden encontrar en el medio local y piensan poder adquirirlos movilizandó la diáspora (tipos de mensajes: licitaciones, búsqueda de contactos, ofertas de puestos, etc.). Esto confirma la orientación externa del sector;
- varios mensajes son emitidos desde Colombia pero se refieren a actos efectuados en otros países (Chile, España, México, etc.). Los miembros colombianos de la red interesados en las nuevas tecnologías excavan ampliamente al exterior del país;
- anuncios sobre el tema, para realizar en Colombia: emanan de instituciones no centrales o no dominantes dentro de la comunidad científica colombiana (de provincia frecuentemente: Univalle, EAFIT, UNC-Medellín, Uni-Antioquia, UNC-Manizales o Uni-Andes en Bogotá). Nuestro estudio anterior demostraba que la producción científica colombiana se encontraba

masivamente concentrada en Bogotá en menoscabo de la provincia y fuertemente concentrada en la Universidad Nacional de esta ciudad. Pero esta última está ausente de estas temáticas dominantes expresadas en la red electrónica. Por otra parte, las demás instituciones, poco visibles en las producción colombiana, lo están aquí mucho más que la anterior;

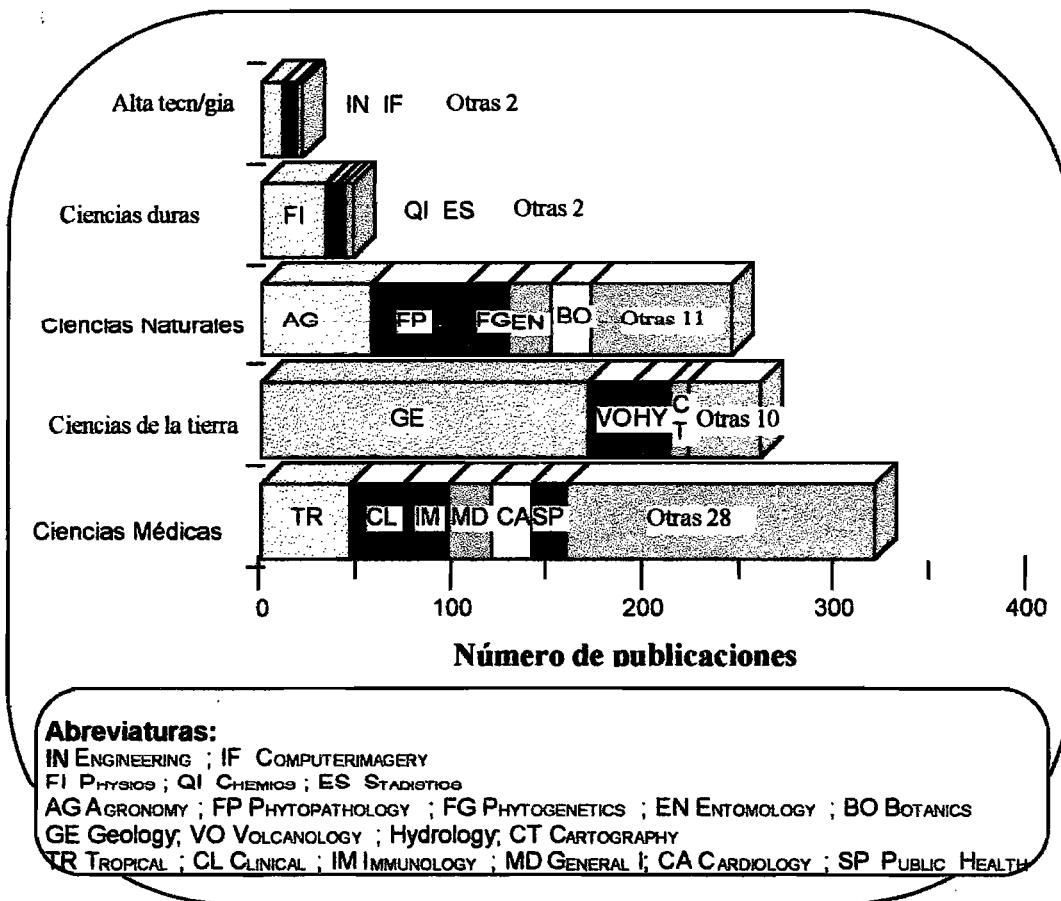
- se refieren a menudo al montaje de nuevos programas de investigación (en sus inicios) o de formación, así como a los primeros encuentros nacionales o al montaje de una red o al primer boletín, etc... subrayando así el carácter novedoso de estas actividades en Colombia.

En definitiva, lo que pretende demostrar esta comparación entre temáticas locales y temáticas de la red es un nuevo equilibrio en curso. La red viene a llenar las lagunas temáticas, geográficas e institucionales reforzando los sectores disciplinarios menores a escala nacional y concentrándolos en aquellos lugares en donde la actividad anteriormente era limitada. Mitiga así las discontinuidades del tejido científico local. Parece como si los actores en Colombia invirtieran o crearan un nuevo espacio, el de las nuevas tecnologías, para desarrollar capacidades de investigación, apoyándose en la diáspora. Los grandes actores tradicionales locales, dedicados a otras problemáticas científicas, están ausentes y dejan vacantes estos espacios que los nuevos se esfuerzan por ocupar. La orientación de estos nuevos actores volcada hacia el exterior del país se enfoca igualmente en dominios más “*mainstream*” que locales pero con mayor posibilidad de otorgar al país la capacidad de innovación tecnológica que requiere en el contexto de la economía abierta que escogió a comienzos del decenio.

La sinergia posible entre diáspora y comunidad local aparece pues, como una de las más prometedoras. No nace, sin embargo, de la naturaleza misma de las cosas, sino del trabajo de los actores.

Para materializar en forma efectiva este potencial disponible, es necesario crear o desarrollar las asociaciones estratégicas, caso por caso. Hemos demostrado aquí que INTERNET abre en este campo una perspectiva extremadamente fecunda

**Gráfico 4.15**  
**Disciplinas y tópicos de las publicaciones científicas colombianas.**



Fuente : base PASCAL

## Capítulo 5

### TRAYECTORIA LABORAL DE LA RED CALDAS

#### Introducción

El marco histórico en el que se han tematizado las migraciones laborales coincide con la expansión de la economía capitalista. Buena parte de la literatura que aborda esta temática coloca el énfasis en determinantes económicos y políticos como razones que estimulan los flujos migratorios<sup>32</sup> (Borocs y Portes, 1995). Así, las perspectivas teóricas más tradicionales que explican el fenómeno, consideran en su base la complementariedad de ofertas y demandas insatisfechas del mercado laboral internacional; suponen un mundo dividido entre países económicamente fuertes, altamente hegemónicos donde toma lugar el proceso inmigratorio y países en desarrollo estimuladores de la emigración. Se supone un mercado laboral caracterizado por grupos homogéneos de individuos cuyo punto de convergencia sería el interés por un óptimo ingreso en escalas diferenciadas según grados de calificación.

Geopolíticamente, la globalización económica se considera como factor que influye en la naturaleza y dinámica de los flujos migratorios laborales. En primer lugar, porque aceleró su ritmo de crecimiento y, en segundo lugar, porque esos flujos migratorios se han reorientado en su origen y destino, es decir, que desde la perspectiva de la recepción se ha diversificado la participación de los países, por ejemplo Japón y Australia se han convertido en atractores de migración. Igualmente se ha venido consolidando la migración intra-regional donde países no desarrollados se han convertido en opciones de llegada y países desarrollados son fuente de emigración hacia países de análogo desarrollo. Visto desde el origen ya no sólo los países en desarrollo son la fuentes de emigración, ésta se ha extendido a países desarrollados en el marco de la reconfiguración regional entre países, como es el caso de la Comunidad Europea.

La contratación de extranjeros ha crecido en número y complejidad trascendiendo las fronteras nacionales y está acompañada de un aceleramiento de la movilidad de capital a través de

---

<sup>32</sup> Contrario a la consideración de que la migración laboral internacional es básicamente resultado de decisiones económicas orientadas por leyes de oferta y demanda, podría afirmarse que los flujos fueron originalmente sociales pero su evolución fue considerando cada vez más determinantes económicos.

los circuitos de firmas multinacionales. De manera complementaria se aduce que la alta calificación incorporada acelera los procesos de productividad de las firmas y entonces los recursos humanos pueden ser transados con fines rentables como cualquier otro recurso ; bajo esta perspectiva el mercado laboral asigna personal altamente calificado para incrementar el valor agregado de sus operaciones.

Visto desde los países receptores, los procesos de selección de inmigrantes se consolidan cada vez más por la necesidad de vincular personas altamente calificadas a sus economías considerando necesidades estratégicas de las firmas dada la escasez relativa de competencias específicas dentro del país<sup>33</sup>. Para seleccionar la mano de obra calificada inmigrante se introducen variables tales como grados de escolaridad, visibilidad de las instituciones académicas donde obtuvieron títulos, experiencia profesional en áreas de trabajo específicas y especializadas, naturaleza de las instituciones donde han conseguido experiencia laboral etc. Este mercado tiende a segmentarse en respuesta a las demandas cada vez más específicas de las economías domésticas (Salt,1995).

Bajo estas perspectivas, son los países receptores los que más rápido han avanzado en la generación de estrategias de política, sofisticando instrumentos para regular selectivamente los flujos inmigratorios laborales; en algunos casos se ha fijado incluso la temporalidad de la permanencia de los extranjeros y la contratación temporal de los mismos<sup>34</sup>. Por otra parte se aduce que los países en desarrollo motivan la exportación del recurso humano para incrementar ingresos nacionales vía las transferencias<sup>35</sup> (Fernández,1992), proceso que puede tener efectos nocivos en términos de la pérdida de capital humano.

Los estudios que han abordado el fenómeno migratorio han delineado dos perspectivas de análisis : la primera, teórica , ha considerado en su base la noción de brain drain intentando estimar los diversos efectos positivos o negativos que genera la fuga de talentos para las economías en desarrollo. La segunda se ha referido a medidas de política migratoria, que tanto

---

<sup>33</sup> En este caso, los países receptores estimulan o desestimulan los flujos migratorios, considerando los ciclos de productividad económica. Los extranjeros pueden ser retenidos durante períodos limitados para alcanzar competitividad internacional e incrementar la productividad.

<sup>34</sup> En los Estados Unidos la disponibilidad de visas para residencia permanente está reservada para profesionales de excepcional capacidad y mérito.



los países receptores como los de emigración han implementado guiados por sus intereses estratégicos asociados a programas de desarrollo tecnológico y científico de acuerdo con las dinámicas de sus sistemas productivos. En todo caso, ambas orientaciones han tenido un fuerte énfasis en un referente empírico con una interdependencia económica de las naciones en función de su desarrollo, seleccionando en cada caso, interpretaciones estratégicas para su implementación. La importancia de estas nociones, es que desde su interpretación se han desarrollado e implementado políticas que asumen los países. "El Brain drain" presupone pérdida de capacidades humanas para los países de origen, mientras la noción de "éxodo de competencias" se extiende para describir también diferentes aptitudes técnicas; la noción de "reverse transfer of technology", por el contrario, implica una relación de reciprocidad entre el país de origen y el país destino, podría considerarse un intercambio de calificaciones y ésta sería una modalidad de migración laboral calificada. (Boussaid, 1994).

### **El caso colombiano<sup>36</sup>**

El interés por comprender las trayectorias laborales de científicos y profesionales colombianos en el exterior responde, por una parte, a la necesidad de integrar orientaciones teóricas y metodológicas que provean un marco explicativo para abordar un fenómeno poco explorado en Colombia y, por otra, al creciente interés de los gobiernos por el desarrollo de estrategias que permitan cimentar vínculos entre científicos y profesionales colombianos residentes en el exterior con grupos de investigación nacionales, con el propósito de fortalecer la ciencia y la tecnología nacionales a través de nuevas modalidades de contratación y que no se refieren necesariamente a un vínculo laboral con una firma, una institución, sino donde es posible que confluyan múltiples alianzas entre actores de orden institucional, nacional e internacional, grupos e individuos. La cooperación bajo esta modalidad considera una extensión de las prescripciones de un contrato laboral tradicional atendiendo a la simultaneidad de actores que se implican y a las múltiples estrategias involucradas.

---

<sup>35</sup> Si la migración se da entre países de desigual desarrollo, esto muestra la consolidación asimétrica entre los mismos. Bajo esta consideración los países en desarrollo pierden capital humano. Esa pérdida puede cuantificarse y estimar su efecto sobre la reproducción de dicho capital.

<sup>36</sup> Dentro de este estudio se realizó la encuesta Redes Colombia de la cual se han inferido todos los datos estadísticos que aquí se presentan. El total de la población residente en el exterior que respondió a la encuesta es de 453 individuos.

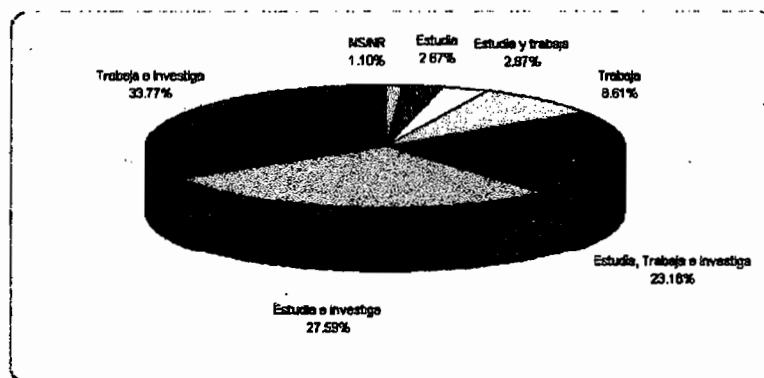
## Las trayectorias migratorias

El fenómeno migratorio puede considerarse, en este caso, como un proceso progresivo de movilidad o permanencia estable en los países de residencia. La emigración de colombianos, altamente calificados o en proceso de calificación, no obedece en todos los casos al interés de permanecer por períodos muy prolongados en el exterior, por el contrario, esa permanencia puede ser transitoria y responder a necesidades de carácter más inmediato, como es el caso de los estudiantes.

La noción brain drain ha sido frecuentemente reservada para calificar la movilidad de científicos y profesionales de alto nivel que emigran de sus respectivos países de origen en la búsqueda de mejores condiciones de vida material y mejores oportunidades de consecución de recursos para laborar en áreas de interés científico y tecnológico: los individuos emigran con una calificación incorporada o con la expectativa de realizar cursos de escolaridad especializada y, una vez alcanzados los propósitos, permanecen y contraen vínculos laborales en países distintos al país de origen

Para el caso de la red Caldas se indagó por el motivo de salida de Colombia. El 75.46% de los miembros respondieron que la razón principal fue la de avanzar en su formación académica, particularmente para realizar cursos de maestría, doctorales o post-doctorales.

**Gráfico 5.1**  
**Composición de la Red Caldas según tipo de actividad de sus integrantes**



Fuente : Encuesta Redes Colombia

En 1995 (Gráfico 5.1) el 56.51% de los miembros se encontraban aún estudiando, la mayor parte haciendo estudios doctorales. Esta actividad la combinaban con otras de tipo laboral e investigativo en el país de residencia y algunos de ellos tenían vigente compromisos contractuales en Colombia. Así, sólo el 2.87% de los individuos tenían como única actividad el estudio. Las regiones más frecuentemente seleccionadas para tomar cursos especializados fueron Europa occidental donde el 46.05% de los estudiantes han optado sus títulos y Norte América con el 33.68%.

Con las anteriores observaciones no se puede generalizar la existencia del fenómeno de brain drain para el caso de la Red Caldas, puesto que buena parte de esta comunidad tiene estatus de estudiante en el exterior. Además, el promedio de permanencia de estos individuos en los países de destino es de cinco años, período que coincide con el tiempo necesario para realizar un doctorado, podríamos afirmar que en este caso se trata de migraciones transitorias.

### **Las trayectorias laborales de colombianos en el exterior<sup>37</sup>**

Uno de los supuestos más frecuentes es que la emigración de científicos y profesionales de los países menos desarrollados toma lugar cuando su estructura productiva y científica no ofrece condiciones para la incorporación de este recurso humano<sup>38</sup>. En el caso de la Red Caldas reiteramos el hecho de que la primera motivación de salida del país, para más del 75% de la muestra, fue avanzar en cursos de especialización mientras el 10% de la población se desplazó hacia el exterior por razones laborales y el 14.54% tuvieron motivaciones distintas. Aún así más del 50% de la población que estudia manifiesta estar trabajando como actividad complementaria en los países de residencia.

Sin embargo existe una historia laboral representada en número de contratos, realizados en diversos países, que podríamos considerar como un potencial de acumulación disponible a través de las calificaciones obtenidas por la experiencia y que constituyen competencias que

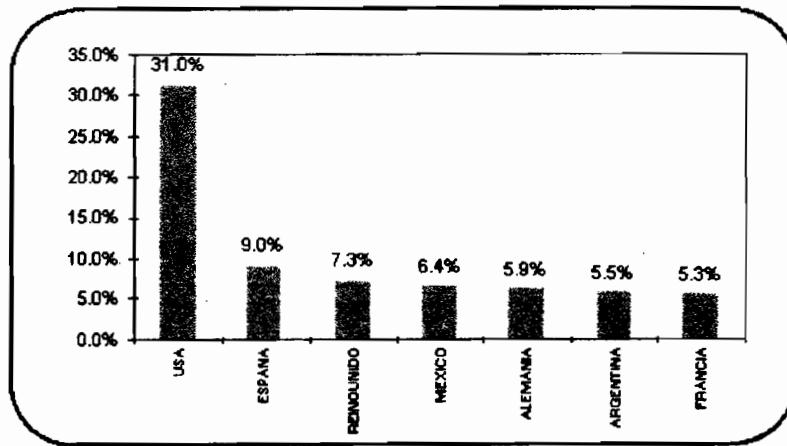
---

<sup>6</sup> El análisis cuali-cuantitativo se realizó con base en estadísticas descriptivas y posteriormente se ejecutaron procedimientos de clasificación y caracterización a través del método de correspondencias simples.

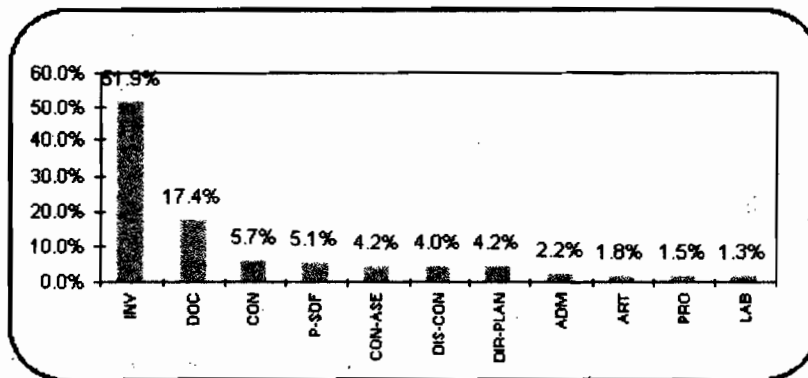
<sup>38</sup> "Mientras las economías desarrolladas continúen siendo polos de atracción para el intercambio de personas altamente calificadas y en contraste los países pobres sigan teniendo rápido crecimiento poblacional y bajos estándares en los niveles de vida se fomentará la emigración en un sentido unívoco" (Portes y Borocs, 1995)

podrían ser movilizadas en sectores estratégicos, académicos e industriales, quizá necesario para el desarrollo del país. La necesidad, entonces, de reconstruir las trayectorias laborales en el exterior de la Red Caldas, permitirá conocer sobre esas acumulaciones y competencias, y entonces su potencial para realizar una efectiva cooperación con el país.

**Gráfico 5.2**  
**Contratos laborales por países**



**Gráfico 5.3**  
**Contratos laborales por tipo de actividad**



Fuente : Encuesta Redes Colombia

- |            |  |
|------------|--|
| INV :      | Investigación  |
| DOC :      | Docencia   |
| CON :      | Trabajo en consultorios (Médicos, odontólogos, psicólogos, psiquiatras, y otros profesionales de la salud) |
| P-SOF :    | Programación y software  |
| CON-ASE :  | Consultorías y asesorías   |
| DIS-CON :  | Diseño y construcción ( Diseño y elaboración de obras civiles, máquinas y otros artefactos)                |
| DIR-PLAN : | Dirección y planeación (Actividades diferentes al comercio y actividades productivas)                      |
| ADM :      | Administración (gerencia, administración y otras actividades relacionadas al mercado)                      |
| ART :      | Artistas   |
| PRO :      | Producción   |
| LAB :      | Laboratorio (Asistentes y aprendices)  |

Si tomamos como unidad de análisis los contratos laborales<sup>39</sup> (Gráfico 5.2), la más alta contratación por país se ha obtenido en Estados Unidos. Sin embargo este comportamiento se ha venido reduciendo tendencialmente frente al mayor ritmo que se ha venido ganando Europa Occidental. Algunas regiones, donde tradicionalmente no tomaban lugar la migración de colombianos, empiezan a tener presencia, como, por ejemplo África y Oceanía donde se han realizado 3.18% de los contratos. Por otro parte, se hace más visible una mayor afluencia de contratos dentro de la región latinoamericana donde se han hecho el 14.98% del total. La selección del espacio donde se desarrollan las actividades laborales (gráfico 3), están localmente circunscritos o bien con actividades de carácter académico -docencia y/o investigación - o de ejercicio profesional ; cargos administrativos, consultorías y asesorías y algunas vinculaciones al sector productivo. La gran concentración en actividades de investigación puede explicarse, en parte, por la realización de tesis de maestría y doctorales que hacen los estudiantes de la Red, además los docentes también asumen como actividad indispensable la investigación.

La relación entre campos trabajo y áreas disciplinarias<sup>40</sup> es representada en el gráfico 5.4. El grupo de Ciencias Médicas y Biológicas está constituido por Biología, 19.1%, Ciencias Médicas, 15,8% y Psicología, 7%<sup>41</sup> . En segundo orden de importancia, el grupo de Ciencias exactas y tecnológicas lo componen las Ciencias aplicadas (Computación, Obras públicas, Telecomunicaciones y otras ingenierías ), 23,1%, Química, 5,5%, Física, 4 % y Matemáticas, 3,7%. En Ciencias Sociales y Económicas se destacan Economía, 4.4%, Educación, 3.7% y Antropología, 3.1%.

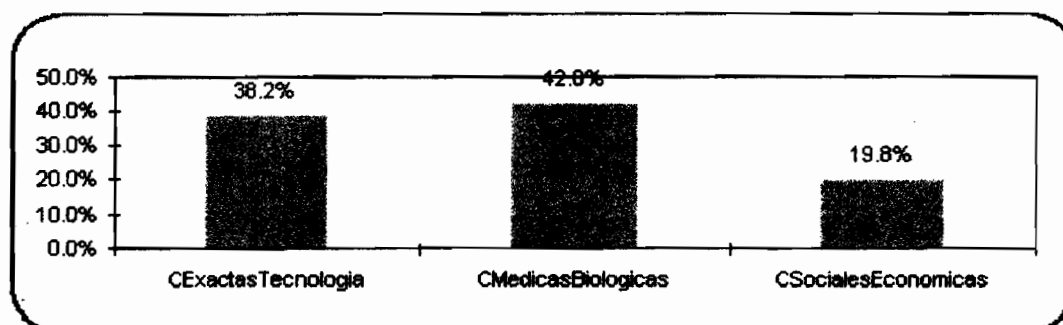
---

<sup>39</sup> En este caso se calcularon número de contratos laborales en el exterior sin tomar en consideraron vínculos laborales con Colombia, ( Sin embargo éstos se estiman en un 40.7% del total de contratos) ni el número de personas que han realizado estos contratos. En total se habían realizado 453 contratos laborales en el exterior.

<sup>40</sup> Esta clasificación se realizó con referencia a la "Base de données PASCAL plan de classement" y "FRANCIS" del INSTITUT DE L'INFORMATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE -INIST- de París. Este plan de clasificación tiene siete niveles, en el primero se presentan tres agregaciones generales que se subdividen hasta llegar a áreas muy particulares.

<sup>41</sup> Estas participaciones porcentuales se calculan sobre el total de contratos : 453

**Gráfico 5.4**  
**Contratos según la clasificación de la base PASCAL**  
**(Primer Nivel)**



Fuente : Encuesta Redes Colombia

Las tablas 5.1 a 5.4 muestran las tres variables anteriores relacionadas a través del ACS<sup>42</sup>. En la columna de la derecha se presenta la participación porcentual de cada una de las variables con respecto a las veces en que aparece esa palabra en la totalidad de la muestra; la columna central muestra el peso porcentual de la variable con respecto a las demás dentro de la agrupación respectiva.

La primera agrupación está caracterizada por las actividades de investigación y docencia, altamente relacionadas con los campos de educación, inmunología y química principalmente. Es posible, en un segundo nivel, diferenciar con mayor detalle los países y campos laborales para investigación y docencia respectivamente (Gráficos 5.5 y 5.6, obtenidos por MPA). Trabajos de investigación, independientemente del campo disciplinar laboral, han sido desarrollados con gran fortaleza en Reino Unido y España, mientras que en Estados Unidos se identifican los campos de Física y Fisiología vegetal; en Chile se ha trabajado con alguna intensidad en el campo de la Inmunología. Como ejemplo relevante, en este caso, ilustramos las temáticas asociadas a la actividad de investigación en Biología. La investigación en Biología está particularmente asociada a la Inmunología y en segundo lugar a la fisiología vegetal y a la Biología Molecular, esta actividad, en este campo se realiza con mayor énfasis en Estados Unidos y en el Reino Unido. (Gráfico 5.7, obtenido por MPA). La docencia está estrechamente vinculada al área de la Matemática y la literatura; los países

donde más se realiza esta actividad son en su orden Venezuela, Argentina y Puerto Rico. (Gráfico 5.6, obtenido por MPA)

En la Tabla 5.2 se observa una alta relación entre las actividades laborales de consultoría y el campo de la ingeniería de las comunicaciones desarrollado principalmente en Estados Unidos. La Tabla 5.3 está representada fundamentalmente por los campos laborales conexos a la informática y los países donde se desarrolla, en este caso el país representativo es Francia. La actividad administrativa, principalmente de dirección, es la característica de la cuarta agrupación. Esta actividad se realiza en el campo de la ingeniería de las comunicaciones y es característica en países como Venezuela y Argentina.

El análisis agregado aquí presentado es el punto de partida en el intento de identificar las competencias adquiridas y presentes en ese todo llamado Red Caldas. La potenciación y movilización de este patrimonio disponible, en respuesta a las necesidades de Ciencia y tecnología del país, implica reducir asimetrías de información en el proceso de asignación del recurso humano demandado.

Un análisis más particular (ubicación de campos laborales particulares, países específicos o individuos) es posible realizarse a través de la navegación entre la base de datos de las relaciones de trabajo y las otras bases presentadas en este estudio.

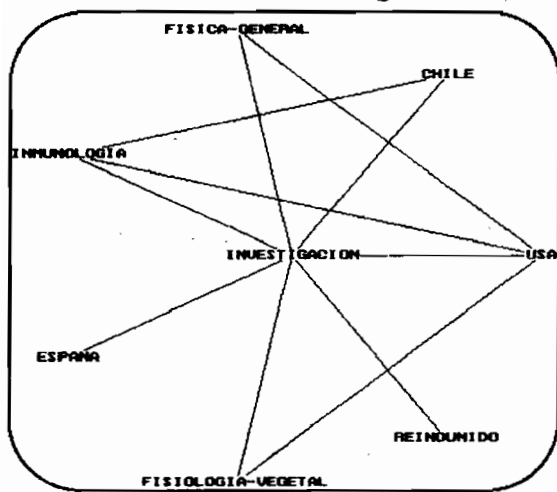
**Tabla 5.1**  
**Campos de trabajo y países caracterizados por las actividades “investigación” y “docencia”**

<b>Componentes de la agrupación</b>	<b>Porcentaje interno</b>	<b>Porcentaje externo</b>
<i><b>INVESTIGACION</b></i>	27.93	19.31
<i><b>DOCENCIA</b></i>	9.78	6.46
EDUCACION	2.23	1.31
INMUNOLOGIA	2.09	1.23
FISICA GENERAL	1.96	1.15
REINOUNIDO	3.91	2.70
FISIOLOGIA VEGETAL	2.68	.98
BIOLOGIA GENERAL	1.54	.90
MATEMATICA GENERAL	1.68	1.06
QUIMICA	2.09	1.47

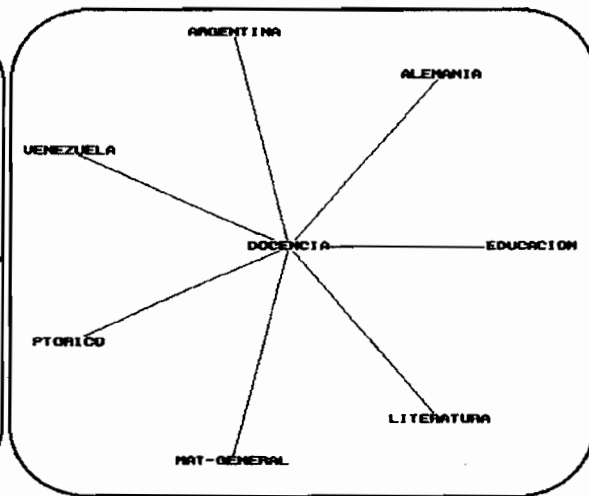
Fuente: Encuesta Redes Colombia .

<sup>42</sup> Utilizando el ACS se obtuvieron doce agrupaciones de las cuales las primeras cuatro son representativas. Las palabras con negrilla y en cursiva identifican las actividades laborales, las demás identifican país y campos de trabajo.

**Gráfico 5.5**  
Países y Campos laborales vinculados a Investigación



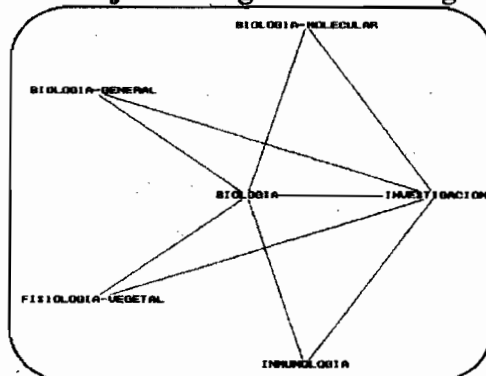
**Gráfico 5.6**  
Países y Campos laborales vinculados a Docencia



**Tabla 5.2**  
Campos de trabajo y países caracterizados por la actividad "Consultoría"

Componentes de la agrupación	Porcentaje interno	Porcentaje externo
<b>CONSULTORIA</b>	26.32	1.55
ING COMUNICACIONES	7.02	.65
RUSIA	5.26	.33
ING CIVIL	5.26	.57
ESTADOS UNIDOS	19.34	11.54
DERECHO	1.75	.33
URBANISMO	1.75	.33
CHILE	3.51	1.39
BRASIL	1.75	.65
MEXICO	3.51	2.37

**Gráfico 5.7**  
Trabajo investigativo en Biología





**Tabla 5.3**  
**Tipo de actividad y países por el campo de trabajo “Informática”**

Componentes de la agrupación	Porcentaje interno	Porcentaje externo
INFORMATICA	20.18	1.68
<i>PROG SOFTWARE</i>	18.35	1.88
FRANCIA	9.17	1.96
BRASIL	4.59	.65
ELECTRONICA	3.67	.74
AUSTRALIA	1.83	1.06
REINO UNIDO	3.67	2.70
ALEMANIA	2.75	2.21
ING CIVIL	.92	.57

Fuente: Encuesta Redes Colombia

**Tabla 5.4**  
**Campos de trabajo y países caracterizados por la actividad “Dirección”**

Componentes de la agrupación	Porcentaje interno	Porcentaje externo
<i>DIRECCION</i>	42.86	1.06
ING COMUNICACIÓN	10.71	.65
ING CIVIL	7.14	.57
VENEZUELA	7.14	1.06
ARGENTINA	7.14	2.05
<i>TRADUCCION</i>	3.57	.49
SUECIA	3.57	1.23
ING SISTEMAS	3.57	1.23
ALEMANIA	3.57	2.21
MEXICO	3.57	2.37

Fuente: Encuesta Redes Colombia

### **Una microsociología laboral de la Red Caldas**

Estudios recientes, (Fawcett, 1995), llaman la atención sobre la importancia de aportar a la comprensión del fenómeno migratorio motivaciones no económicas que influyen significativamente en la dinámica de estos flujos. Intentando evidenciar esta hipótesis, en nuestro estudio se relacionaron las variables escolaridad, relaciones interpersonales en su sitio de trabajo y la actitud y las expectativas frente a su trabajo actual<sup>43</sup>.

<sup>43</sup> Se consideraron los segmentos de la encuesta: a) escolaridad alcanzada, b) Vínculo laboral actual y c) Actitud y expectativas de los individuos en sus relaciones de trabajo. Esta información fue tratada a través del método de correspondencias simples, para lo cual se utilizó el software SPAD-T. Los resultados estadísticos se presentan como agrupaciones de individuos que poseen características similares.

Se exploraron variables que pueden ilustrar la influencia en el grado de satisfacción frente al trabajo que realizan estos individuos. Estas variables consideraron preguntas en torno a la calidad en las condiciones de trabajo tales como si la labor que se realiza “es lucrativa”, “intelectualmente estimulante”, “con perspectivas de carrera profesional”, “con contactos y movilidad internacional”, “con perspectivas de trabajo en Colombia”, “con acceso a medios técnicos y/o con apoyo de personal calificado”. Los primeros resultados nos sugieren dos grupos bien definidos que se posicionan similarmente ante estas características. El primero, y más significativo, está representado en su mayoría por personas que su grado de escolaridad alcanza el doctorado<sup>44</sup> quienes ponderan con gran importancia aquellos factores que inciden en las expectativas de su vida como investigador o profesional. Frente a las expectativas se argumenta la primacía por alimentar contactos internacionales: necesidad de comunicación con pares a través de múltiples modalidades que van desde la escritura conjunta hasta los contactos personales. De manera muy cercana le dan prioridad a la necesidad de construir condiciones que les permita movilizarse en el contexto internacional, aquí ya no se trata de ubicar sitios para la formación sino de encontrar posibilidades laborales y difusión de resultados de investigación. Ello mostraría una intención explícita por abrir espacios al reconocimiento de su actividad y ganancia de credibilidad, logro que en parte es posible en tanto el actor esté inmerso en una dinámica de construcción constante de relaciones con sus pares -participación en redes- donde la difusión de los resultados de sus investigaciones juega un papel privilegiado.

Con respecto a las relaciones interpersonales y con el entorno de trabajo, presentes en la actividad diaria, se declara una gran necesidad de apoyo de personal calificado (si comparamos este hecho con el número de coautorías presentes en los artículos producidos por los integrantes de la Red, encontramos que existe una dinámica de trabajo cooperada). En este caso lo que parece claro es que los investigadores encuentran como forma normalizada de trabajo científico la constitución de grupos para realizar dicha actividad. Por otro lado encuentran necesario que las relaciones de trabajo se tornen intelectualmente estimulantes, necesidad esta que aparece como evidente puesto que es un grupo cuya actividad fundamental es la investigación y, en

---

<sup>44</sup> La primera agrupación obtenida representa el 51.9% de la población que ha alcanzado el título de doctorado y para los que su actividad laboral actual está en el campo de la investigación.

consciencia, se desdibujan las jerarquías de autoridad formal y se da mayor valor a la jerarquía basada en el argumento intelectual.

Una característica relevante es la importancia que se da a la necesidad de acceder a medios técnicos para la realización, difusión y comunicación de los resultados de investigación y, particularmente para quienes desarrollan estas actividades, el acceso a la tecnología de las comunicaciones parece crucial.

La remuneración al trabajo no es considerada como crucial para la realización de sus actividades laborales, mientras que el reconocimiento social y académico es considerado como un estimulante necesario para la actividad que desempeñan. El reconocimiento puede operar en términos de las funciones o actividades que se realizan y entonces puede hacer visible las competencias profesionales, o puede operar en términos del producto científico que se difunde y entonces la visibilidad puede ser ganada en contextos sociales más extensos. Para este caso no encontraríamos una conexión estricta entre la producción científica de la Red Caldas y el interés por acceder a posiciones, obtener mayor ingreso o mejores condiciones de vida material que podría pensarse serían las motivaciones naturales del migrante altamente calificado. Por el contrario, lo que se puede observar es la gran necesidad por hacer explícitos los resultados de su actividad. Ganar visibilidad y reconocimiento social dentro de la comunidad internacional parece ser lo más crucial para este grupo de investigadores colombianos<sup>45</sup>.

### **La certidumbre del regreso.**

El fenómeno del brain gain se tematizó tras la política desarrollada particularmente por los países del sudeste asiático. Estos tenían el interés de reintegrar sistemáticamente a sus nacionales formados en el extranjero con el ánimo de potenciar su estructura productiva con base en el fortalecimiento de los sistemas de ciencia y tecnología. El regreso de los individuos ha sido coordinada desde los gobiernos a través de una infraestructura interna coherente para su recepción. En contraste, la política colombiana, ha sido la de estimular iniciativas de los investigadores colombianos que residen en el exterior en asociación con grupos nacionales. Esta

---

<sup>45</sup> Más que considerar el cálculo individual por un óptimo ingreso como razón fundamental de los flujos migratorios puede considerarse que otras motivaciones hacen más fluida y compleja la migración posibilitando la formación de microestructuras que pueden consolidarse a través del tiempo, si se amplían,

política busca crear y consolidar vínculos de cooperación para adelantar acciones tendientes a promover el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el país<sup>46</sup>. Sin embargo, no todos los colombianos residentes en el exterior permanecerán en esta condición indefinidamente, el 77% de la población expatriada declara la probabilidad o la seguridad de su regreso. Además, una buena parte de los estudiantes de la Red tienen el compromiso de regresar pues ésta es una condición prevista en el contrato de financiamiento de sus estudios en el exterior<sup>47</sup>. Aunque el movimiento poblacional se ha venido generando en un lapso amplio, particularmente en los dos últimos decenios, el Estado ha venido estimulando más fuertemente la emigración a través de la inversión de fondos para realizar estudios especializados en el exterior. Esta modalidad de estímulo y financiamiento también considera mecanismos para que la permanencia de estos colombianos en el exterior tenga la duración necesaria para la realización de sus estudios. En este caso el Estado no tendría que hacer un esfuerzo de política para estimular el regreso de estos colombianos puesto que ellos efectivamente regresarán.

Sin embargo la convocatoria que hizo el gobierno colombiano, para constituir la red caldas, no diferenció el tipo de actividad que estaban realizando los colombianos en el exterior, ni la durabilidad de su permanencia afuera, ni la posibilidad de regreso, ni las modalidades de cooperación que podrían darse entre aquéllos y el sistema de ciencia y tecnología nacional. No obstante hay que considerar el Programa de repatriación de científicos colombianos que Colciencias ha venido fomentando. Este programa se ha venido implementando hace tres años y en este lapso han regresado un poco más de 50 colombianos con título de doctorado para vincularse a instituciones universitarias, centros de investigación y en algunas empresas públicas y privadas.

Habría entonces que diferenciar dos estrategias de política con respecto a la Red Caldas. Una tendría que considerar la condiciones internas para la recepción e incorporación de los científicos y profesionales que ciertamente regresarán, seleccionando las condiciones más óptimas

---

diversifican y se estabilizan las redes constituidas por múltiples intereses y alianzas entre individuos, grupos, instituciones y Estados.

<sup>46</sup> Colciencias, 1993.

<sup>47</sup> Hasta 1993 el Programa Nacional de Recursos humanos para la Ciencia y la tecnología de Colciencias había otorgado 220 becas para cursos de doctorado, seis becas para post-doctorados y 48 cursos de entrenamiento corto. "los beneficiarios trabajarán al concluir su formación en actividades de investigación y desarrollo de tecnología en Colombia para condonar total o parcialmente sus créditos". (Colciencias, 1993).

de vinculación al sistema de educación superior o con instituciones de investigación científica pues son estos espacios los más directamente implicados con el desarrollo de la ciencia y la tecnología nacionales. La segunda estrategia de política podría orientarse con mayor claridad hacia la consolidación de la Red de investigadores en el exterior - los que permanecerán indefinidamente -, con el ánimo de interesarlos en la necesidad de fortalecer el desarrollo científico nacional y encontrar con ellos modalidades deslocalizadas para estructurar el sistema de cooperación entre los grupos de investigación residentes en el país y los científicos expatriados. Los investigadores repatriados jugarían un papel dinamizador en este proceso puesto que no sólo regresan con una alta calificación sino con una trayectoria importante que les ha permitido obtener vínculos con la comunidad académica internacional.

#### **La Red científica residente en el exterior.**

Si la migración implica permanencia en el lugar de destino es porque el individuo ha podido establecer relaciones socio-económicas con ese país y su actividad fundamental está directamente relacionada con el ejercicio laboral ya sea en la docencia, la investigación o el desarrollo profesional.

Podría afirmarse entonces que el porcentaje de colombianos que permanecerán en el exterior es menor al que comúnmente se cree. Sólo el 22% de la población afirma que no regresará al país de manera permanente. Del total de la población encuestada sólo el 13.69% de los individuos han obtenido segunda nacionalidad lo que permite vislumbrar su permanencia definitiva en los países de destino. La mayor parte de estos colombianos residen en Estados Unidos donde representan el 33.82%, mientras que el 16.8% está en Francia, el 13.24% en España y el 22.06% en el resto de Europa. La mayor parte de estos individuos tienen contratos laborales permanentes en el exterior y han obtenido títulos doctorales. Este es el grupo que no tiene una intención segura de regresar al país y en esta perspectiva es el grupo de personas con el que habría que potenciar alianzas y modos de cooperación con la ciencia y la tecnología de Colombia. La cooperación científica que están haciendo estos investigadores ya se ha venido concretando gracias a que los colombianos residentes en el exterior ya habían constituido vínculos asociativos guiados por la solidaridad y la evocación de algunas costumbres colombianas. Antes de la constitución de la Red algunos colombianos ya se comunicaban a través

de la redes de comunicación y organizaban encuentros sociales y culturales. Estos encuentros potenciaron, junto con el acceso a nuevas formas de comunicación, la emergencia de la Red Caldas que a instancias del gobierno colombiano vienen construyendo las condiciones para que ese potencial científico pueda asociarse a las estrategias de desarrollo científico y tecnológico nacional. En este caso la estrategia del gobierno colombiano no está explícitamente asociada a la necesidad de repatriar su potencial científico, como tradicionalmente se hace, sino que se consideran otros dispositivos de cooperación de manera deslocalizada ; ello implica considerar flujos de información, artículos, encuentros académicos virtuales, realización de proyectos de investigación entre grupos distantes geográficamente y prestación de servicios, entre otras posibilidades.

## Capítulo 6

# INDICADORES CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS SOBRE LA ESTRUCTURA Y LAS ACUMULACIONES DE LA RED CALDAS

### Introducción

En este capítulo se presentan los principales indicadores de la diáspora Red Caldas, obtenidos a partir de la encuesta "Redes Colombia". Los indicadores presentados son de primera y segunda generación. Se ha agregado, al final (Anexo B) unas observaciones sobre la posibilidad de obtener índices sintéticos (o de tercera generación), contruidos a partir de indicadores como los que aquí se obtienen y que podrían permitir tener rápidamente una caracterización de la estructura de una unidad compleja como lo es la red Caldas.

**Construcción de Indicadores** Para la construcción de indicadores en este trabajo se han seguido los siguientes pasos:

- a partir de los datos generales de la encuesta se han calculado estadísticas descriptivas, básicamente bajo la forma de frecuencias relativas, que se constituyen en indicadores generales de la población;
- en los estudios sobre publicaciones, investigaciones y formaciones disciplinarias se han utilizado dos procedimientos que permiten la identificación de grupos o clusters temáticos y que permiten analizar sus estructuras internas y las relaciones que mantienen sí estos grupos. Se trata, entonces, de establecer indicadores relacionales que permiten establecer los vínculos que se dan entre los diferentes elementos que se consideran están en la base de las asociaciones en una red sociotécnica.
- realizado el proceso paso anterior, se ha definido la variable grupo o cluster que permite ubicar los individuos que hacen parte de cada uno de ellos y, utilizando la información básica, se han construido indicadores del tipo correspondiente al paso 1, pero ahora para el interior de cada grupo. Esto permite comparar los grupos mediante algunos indicadores simples;

- un último paso, que no se ha dado aquí, sería la construcción de índices sintéticos. En este trabajo sólo se hacen algunas observaciones que permitirían desarrollar este nuevo campo de los indicadores.

En la construcción de los indicadores relacionales se ha procedido así:

a) **preparación de los archivos de datos.** Según el tipo de estudio se ha ubicado una respuesta por individuo, que para unos casos corresponde a una persona y en otros a un documento. A cada respuesta se le asignan palabras claves no repetidas, asociadas al tema considerado y que provienen o bien de las respuestas directas, caso de las investigaciones y las formaciones disciplinarias, o inducidas de los títulos de los textos, caso de las publicaciones. Además se han agregado palabras claves que provienen de un sistema de clasificación internacional, que permite la contextualización de las anteriores palabras claves. Todas estas palabras constituyen un registro. La preparación de los registros requiere un proceso previo de lematización, en el cual palabras sinónimas, y plurales son eliminados y reemplazados por una única palabra. A partir de esto se han construido los archivos normalizados.

b) Con base en los archivos normalizados se ha construido las cartas geométricas (Representación topográfica), por la aplicación del ACS y los mapas estratégicos (Representación estratégica), por la aplicación del MPA. La especificación de las grandes áreas en el caso del ACS (Representación topográfica de grandes áreas) se ha hecho seleccionando, de los grupos que este análisis ubica, a aquéllos que hacen parte de cada una de ellas. Un grado de mayor especificación, se logra cuando se selecciona un sólo grupo o cluster. Esto se ha hecho para un grupo en cada una de las grandes áreas. A cada uno de los grupos ubicados por el ACS se le asigna, y este es el sentido de definir la variable cluster; los individuos que le corresponden. Una interrogación a las otras bases o a la información básica a partir de esta información elaborada permite conseguir informaciones más puntuales y precisas sobre los individuos.

El proceso anterior, que va de una mayor generalidad a una mayor especificación, también ha sido utilizado en el caso de la representación estratégica resultante del MPA, pero en este caso se ha presentado la estructura interior de los grupos o cluster ubicados



(Representación estratégica de áreas) que se han juzgado más representativos y, finalmente, se ha construido la síntesis de los grupos ubicados por este método de las palabras asociadas señalando los parámetros estadísticos que los caracterizan. Esto permite tener una apreciación de conjunto. Se muestra también en un caso la estructura interior y los valores que tienen los coeficientes de asociación entre las subtemáticas que hacen parte del grupo o cluster seleccionado.

La presentación de los resultados no tiene un carácter exhaustivo pero los que aparecen aquí permiten una apreciación fina del estado de los elementos sociocognitivos presentes en la red.

## **Sección 1**

### **Datos generales sobre la encuesta Redes Colombia**

*La encuesta "Redes Colombia" fue diseñada por el equipo de investigación. El formulario aplicado se presenta en el gráfico 6.1. El cuestionario fue enviado por correo desde Bogotá y París a 1196 personas identificados como investigadores y/o profesionales colombianos o colombianistas ubicados en 23 países diferentes a Colombia. De estas personas 811 figuraban en los registros de Colciencias en el año 1994. Las demás fueron ubicadas gracias a información provenientes de los coordinadores de nodo en los diferentes países en donde estaban establecidos y en algunos casos por información recibida de algunos de los encuestados.*

*Se aceptaron 453 formularios de respuesta, lo que constituye un porcentaje de respuesta del 37.87%, que es satisfactorio para este tipo de encuestas. Para lograr este nivel de respuesta he hicieron tres envíos de formularios. Algunas de las personas no pudieron ser ubicadas en las direcciones registradas. Si se eliminan tales personas del marco de la encuesta de tiene un porcentaje de respuesta del 53%. Véase la tabla 6.1.1 de envío y recepción por países.*

*Para la organización de la información de con los datos provenientes de la encuesta "Redes Colombia" se construyo una base de datos relacional, cuyo modelo entidad - relación se muestra en el mapa 6.1. Este diagrama puede compararse con el formulario que se muestra el gráfico 6.1. La base de datos fue implementada en un sistema manejador de bases de datos. El gráfico 6.2 muestra una de las formas (formularios) de la implementación. La información consignados en la base de datos han sido previamente normalizada. A partir de distintos tipos de consulta a la base de datos se construyen las variables estadísticas para los análisis. En algunos casos como en la preparación de los corpus de datos textuales para los análisis ha sido necesario escribir programas que permiten la organización de las respuestas para los tratamientos estadísticos.*

Gráfico 6.1

Formulario de la encuesta Redes Colombia

**ENCUESTA "REDES COLOMBIA"**

Correspondencia la confiabilidad del presente cuestionario. Es un documento de investigación científica para uso científico exclusivamente. Le agradecemos consultar sobre las preguntas referentes a su uso y enviar el cuestionario a la dirección establecida en el sobre que hemos enviado para que usted entregue sus respuestas.

**I. IDENTIFICACION y TRAYECTORIA**

1-1. ¿Cuál es su nacionalidad?  
Colombiana  Otra  (precisar:.....)

1-2. Por favor, indique los países en los cuales ha resido durante más de 6 meses (incluyendo el país de residencia actual):

País	Desde	Hasta
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

1-3. Indique los países (incluyendo Colombia) en los cuales ha trabajado durante más de 6 meses, el campo de trabajo y el tipo de actividad:

País	Campo de trabajo	Tipo de actividad	Desde	Hasta
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....

1-4. Indique, para los títulos que ha obtenido (pregrado, posgrado, doctorado, otro):

Título	Disciplinas	Institución	País	Mes/Año
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....

1-5. ¿Cuál fue el motivo principal de su salida de Colombia?  
Exilio  Ejercicio profesional  Otro  (Precisar:.....)

1-6. ¿Cuántas veces ha regresado a Colombia desde su partida?  
.....

1-7. ¿Plana regresar a Colombia en forma permanente?  
Sí, con seguridad  Sí, probablemente  No, probablemente  No, con seguridad

1-8. ¿Recibe usted regularmente publicaciones colombianas:

a) ¿de información general? No  Sí

b) ¿especializadas? No  Sí

Cómples?.....

1-9. Si usted participa en asociaciones relacionadas con Colombia indique el tipo y el nombre de la asociación y su posición dentro de ella (miembro, dirigente, etc...)

Tipo ->	Científica	Cultural	Humanitaria	Otra
Nombre:	.....	.....	.....	.....
Posición:	.....	.....	.....	.....

**II. ACTIVIDADES**

II-1. ¿Está estudiando actualmente? Sí  No  -> (si No, pase a II-2)

a) ¿Qué título prepara (Pregrado, posgrado, doctorado, otro)?

Título	Disciplinas	Institución	Desde (Mes/Año)
.....	.....	.....	.....

b) ¿Tiene beca de estudios? Sí  No

de una institución colombiana	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
de una institución del país de residencia	<input type="checkbox"/> (precisar:.....)	<input type="checkbox"/> (precisar:.....)
de otra fuente:	<input type="checkbox"/> (precisar:.....)	<input type="checkbox"/> (precisar:.....)

II-2. ¿Está trabajando actualmente? Sí  No  -> (si No, pase a II-3)

a) Indique por favor:

la institución o empresa	el departamento o servicio	el laboratorio o grupo
.....	.....	.....

b) Indique la naturaleza de la entidad en la cual trabaja

Es una:	Institución <input type="checkbox"/>	Empresa <input type="checkbox"/>	Asociación <input type="checkbox"/>
de carácter:	Público <input type="checkbox"/>	Privado <input type="checkbox"/>	

c) ¿Cuál es la finalidad principal de la institución, empresa o asociación?  
Educación  Investigación  Consultoría  Producción  Administración  Gestión de Negocios  Otra  (precisar:.....)

d) ¿Cuántas personas emplea la institución, empresa o asociación?  
Menos de 10  de 10 a 50  de 51 a 200  de 201 a 500  más de 500

e) Indique la función que desempeña en ésta:  
.....

f) Indique el campo y el tipo de actividad profesional

Campo	Tipo	Desde (Mes/Año)
.....	.....	.....

II-3. Estudiante o profesional ¿Desarrolla usted trabajos de investigación?  
Sí  No  -> (si No, pase a II-4)

a) ¿Cuál es su campo de investigación? (ejemplos: biología molecular, sociología de la Ciencia, ingeniería de represas, literatura colombiana)  
.....

b) Detalle con ayuda de palabras claves (entre 4 y 8) el contenido de su investigación (ejemplo: actor/transacción de conocimiento / migraciones científicas / brida de red / internacionalización / red / ciencia y tecnología)  
.....

Si tiene actividad profesional o si desarrolla trabajos de investigación:  
conteste a la pregunta II-4; si no, pase directamente a la parte III

II-4. En su actividad profesional y/o investigativa en el país de residencia, mantiene usted relaciones de colaboración con otros colegas?  
de manera regular  ocasionalmente  nunca  --> (Si responde nunca pase a II-5)

a)  De manera regular  De manera ocasional  
¿Con cuántas personas? .....  
¿De qué nacionalidades? .....

b) ¿Cómo califica usted estas relaciones de trabajo?

Calificación	Muy poco	Poco	Normal	Mucho
Amigables				
Productivas				
Intelectuales				
Jerárquicas				
Precautas				
Otras (precisar)				

II-5. ¿Cómo califica usted su trabajo actual en cada uno de los siguientes aspectos?

Calificación	Muy poco	Poco	Normal	Mucho
Lucrativo				
Intelectualmente estimulante				
Con perspectivas de carrera profesional				
Con contactos y movilidad internacional				
Con perspectivas de trabajo en Colombia				
Con acceso a medios técnicos				
Con apoyo de personal calificado				
Otras (precisar)				

### III. RELACIONES ACTIVAS CON EL PAIS

III-1. Mantiene (o ha mantenido) desde el exterior relaciones en Colombia con:

Entidades	Ninguna	Temporales	Regulares	Frecuentes	desde	hasta
Universidades						
Instituciones administrativas						
Empresas del sector productivo						
Organismos No Gubernamentales						
Investigadores						
7 fuera de Colombia y de su país de residencia con:						
Colegas colombianos						
Colegas no colombianos						

III-2. ... Estas relaciones constantes (o han existido) en:

Relaciones	En Colombia					Fuera	
	Univ.	Instit. admin.	Emp. Prod.	O.N.G.	Invest.	Coleg. colomb.	Coleg. no col.
Cooperación ocasional							
Asesoría temporal o corta							
Intercambio de material o literatura							
Panela o grupo de investigación							
Redacción de obras en conjunto							
Proyectos conjuntos							
Otras (precisar)							

III-3. ¿Cuáles son los medios de comunicación utilizados en esas relaciones?

(inserte una cruz sobre el eje donde conviene)

	Experiencia	Frecuente	Constante
Teléfono			
Fax			
Red electrónica			
Correo			
Otras (precisar)			

III-4. ¿Qué tipo de dificultades cree usted que es necesario superar en Colombia para mejorar esas relaciones de trabajo?

(Indique el nivel de dificultad de menor a mayor en la escala de 1 a 4)

Dificultad	1	2	3	4
Dificultad en la formación				
Problemas de idiomas				
Limitación de los recursos financieros				
Falta de equipos y/o instrumentos de trabajo				
Deficiencias infraestructura telecomunicaciones informáticas				
Dificultad en el acceso a documentación actualizada				
Trámites burocráticos				
Falta de respuesta del país a las iniciativas que se proponen				
Otras (precisar)				

III-5. ¿Qué condiciones favorables existen en Colombia para la realización de trabajos conjuntos?

(Indique el nivel de favorabilidad de menor a mayor en la escala de 1 a 4)

Condiciones favorables	1	2	3	4
Facilidades institucionales para proyectos conjuntos				
Existencia de contactos personales previos en el país				
Facilidades para ubicar interlocutores potenciales				
Campo de interés convergente con desarrollos en Colombia				
Existencia grupos/laboratorios identificados con experiencia				
Otras (precisar)				

#### IV. LAS REDES DE COLOMBIANOS EN EL EXTERIOR

IV-1. ¿Cuáles redes de asociaciones de colombianos en el exterior conoce?

Ninguna  Colciex  Red Caldas  Otras [(precisar: .....)]  
 ¿Pertenece a algunas de ellas?  
 Ninguna  Colciex  Red Caldas  Otras [(precisar: .....)]

IV-2. Si conoce la Red Caldas:

¿Dónde la conoció? en Colombia  en el país de residencia  en otro país   
 ¿Cuándo la conoció? Mes \_ \_ Año 19 \_ \_  
 ¿Cómo la conoció?  
 .....

IV-3. Si pertenece a la Red Caldas, ¿durante qué lapso de tiempo?

Desde \_ / \_ / \_ \_ Hasta \_ / \_ / \_ \_ Número de meses \_ \_

IV-4. ¿Cómo se formalizó su participación?

Inscripción electrónica   
 Formulario de COLCIENCIAS   
 Inscripción a un nodo local   
 Ninguna formalización

IV-5. ¿Cuáles son sus actividades dentro de la red?

Recepción de mensajes electrónicos   
 Emisión de mensajes electrónicos   
 Participación en la reunión general del nodo   
 Miembro del Comité del Nodo   
 Reuniones de grupos de trabajo   
 Otras (precisar: .....)

IV-6. ¿Qué beneficios espera obtener de la Red Caldas?

(Indique los beneficios de menor a mayor en la escala de 1 a 4)

Beneficios	1	2	3	4
Recomendación de un trabajo en Colombia				
Realización de proyectos participativos en Colombia				
Facilitación de instalaciones de trabajo				
Establecimiento de sus contactos profesionales				
Oportunidades de visitar Colombia				
Apertura de nuevas oportunidades de trabajo				
Fortalecimiento de su papel social o profesional en país de residencia				
Desarrollo de vínculos con Colombianos expatriados				
Facilitación de contribuir al desarrollo del país				
Otras (precisar)				

IV-7. ¿Qué acciones espera usted hacer a través de la Red Caldas?

(Indique las acciones de menor a mayor en la escala de 1 a 4)

Acciones	1	2	3	4
Realizar investigaciones o estudios en Colombia				
Colaborar en cursos o asesorar en Colombia				
Servir como evaluador de proyectos o programas				
Formar a disponibles recursos de investigación tecnológicos en Colombia				
Adaptar proyectos de proyectos de investigación tecnológicos				
Facilitar contactos interpersonales con investigadores colombianos				
Facilitar vínculos internos de la comunidad colombiana expatriada				
Participar en la orientación del sistema nacional de Cyt				
Otras (precisar)				

IV-8. Si no participa en la Red Caldas, ¿por qué?

.....  
 .....  
 .....

IV-9. En su opinión, ¿cuál es el mayor acierto de la Red Caldas?

.....  
 .....

IV-10. ¿Cuál es actualmente el principal problema de la Red Caldas?

.....  
 .....

IV-11. Como observador en el exterior, ¿qué comentarios desea usted hacer sobre la evolución de la ciencia y la tecnología en Colombia?

.....  
 .....

IV-12. Pasando hacia el futuro, ¿cómo ve usted el desarrollo de Colombia y el papel de los intelectuales colombianos en el exterior en este proceso?

.....  
 .....

Nombre: ..... Sexo: ..... Edad: .....  
 Dirección: ..... País: .....  
 Idioma: .....  
 Nacionalidad del Conyuge: .....  
 Nacionalidad del padre: .....  
 Nacionalidad de la madre: .....

Si tiene publicaciones, por favor adjuntar la lista a este cuestionario.

Si conoce otras personas que se estén en una lista de colombianos expatriados y que puedan responder a este cuestionario ¿puede darnos sus datos para enviarles uno?

Todo nuestro equipo queda muy agradecido con usted por haber contestado estas preguntas. Nos comprometemos a facilitarle, con prioridad, los resultados de este estudio, en el momento en que estén listos y antes de su publicación.

Mapa 6.1

Diagrama de la base de datos de la encuesta Redes Colombia

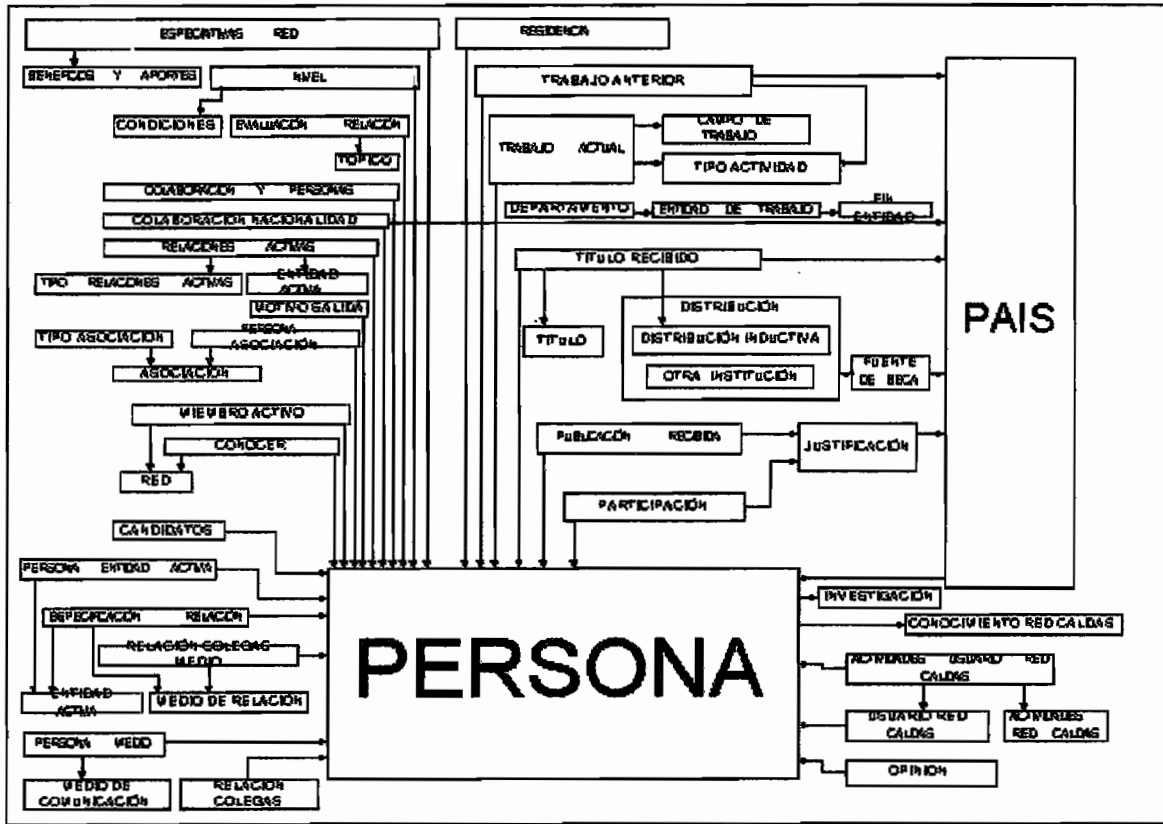


Gráfico 6.2

Pantalla de presentación de la base de datos Redes Colombia

Actualizar Informes sistema Auda persona

Tipo documento:  Cédula  Extranjería  Pasaporte

Número documento:

Apellidos:  Nombres:  Sexo  Edad:

Dirección:

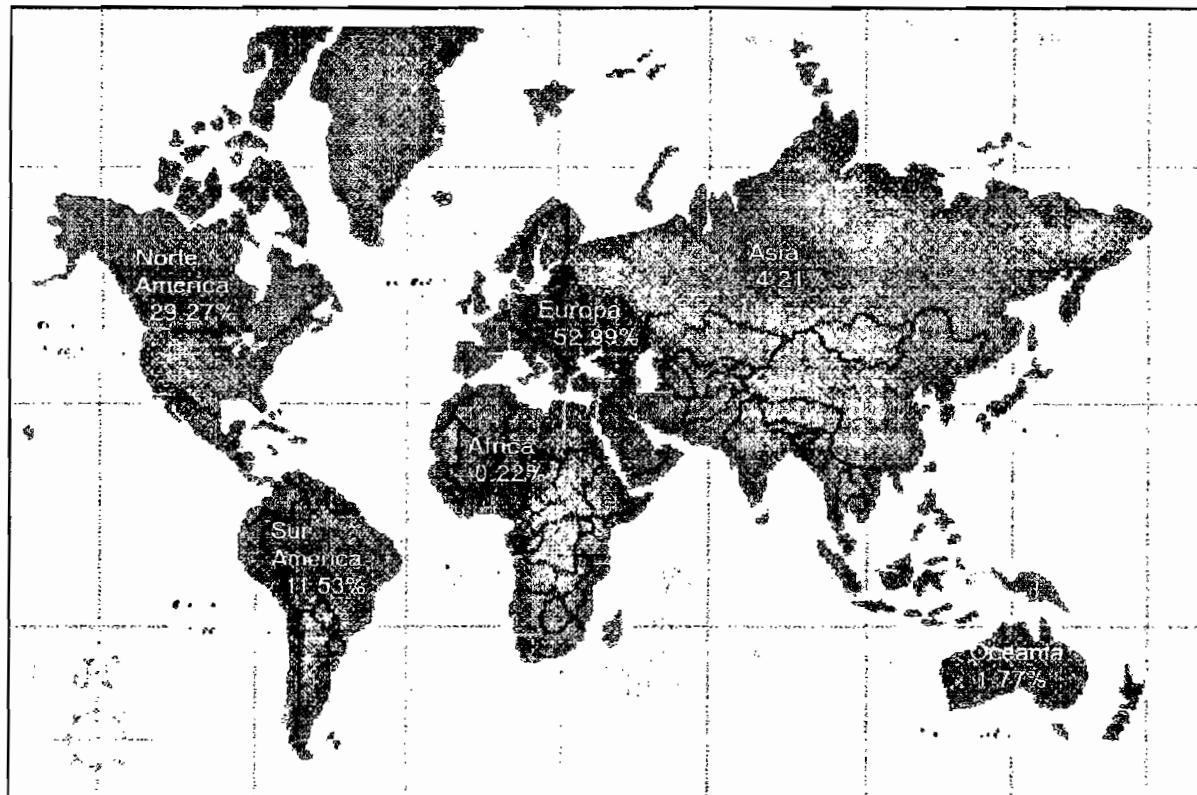
Ciudad:  País:

Email:

Nacionalidad de los familiares:

ENCUESTA REDES COLOMBIA

Numero de identificación su (dado por el sistema)



- Los datos registrados aquí no incluyen a Colombia por ser la base del estudio.

La encuesta Redes Colombia fue enviada por correo normal y electrónico a profesionales y científicos radicados en el exterior en el momento del estudio. La identificación de los encuestados se hizo a partir de las siguientes fuentes: base de datos de COLCIENCIAS, lista electrónica R-CALDAS, listas reportadas por los coordinadores de los nodos, y de el directorio electrónico de colombianos en el exterior:

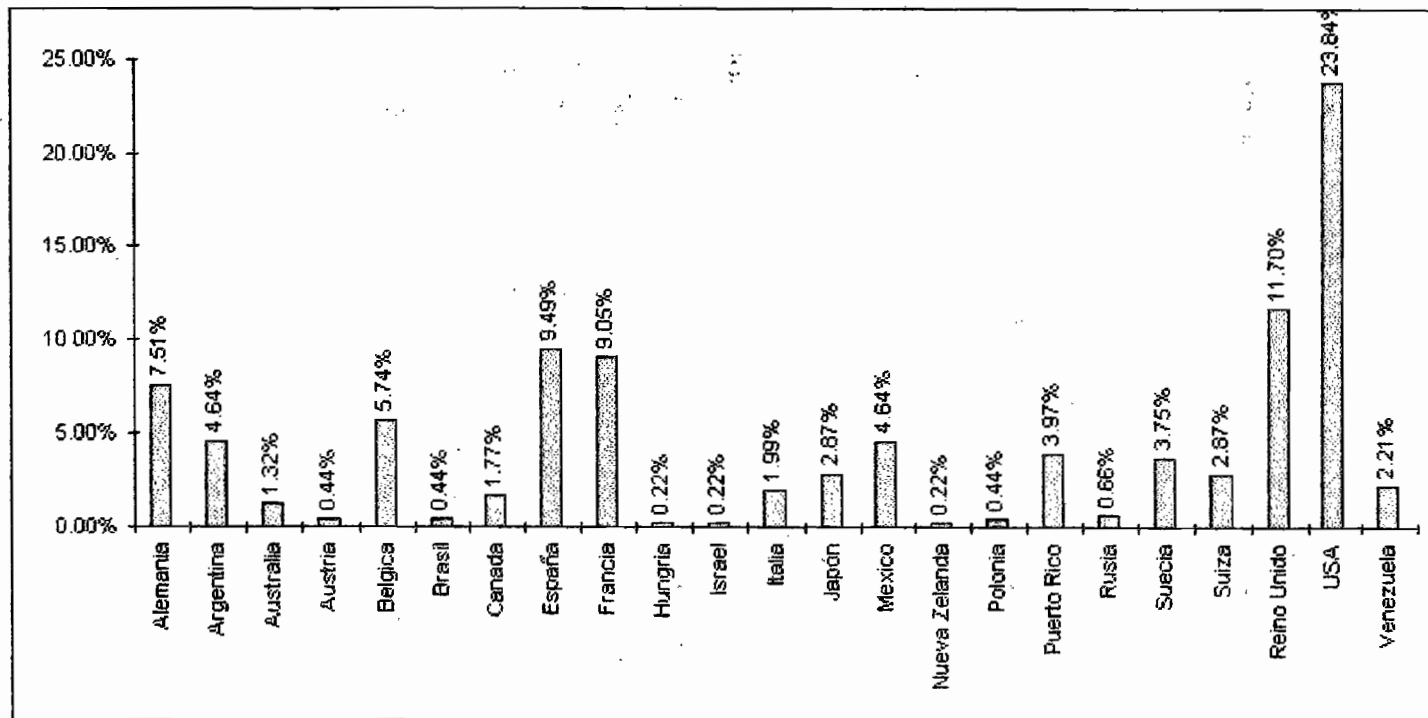
<http://www.dit.upm.es/~arendon/colombia/indice.html>.

La tasa de respuesta neta fue de 45%, el total de encuestas aceptadas para los análisis fue de 453.



Gráfico 6.3

Recepción de la encuesta Redes Colombia por países.



Total de encuestas = 453

La frecuencia relativa de respuesta no fue igual en todos los países. Los sitios de recepción de las encuestas fue Bogotá y París. El nivel de organización local de los nodos y dinamismo de los coordinadores fue determinante en el caso de altas tasas de respuesta : Estados Unidos, Reino Unido, España, Francia, Alemania, Bélgica y Argentina. Este no fue el caso de Japón, México y Brasil donde hay reportados buen número de Colombianos pero pocos contestaron la Encuesta.

## Análisis de Representatividad

Como la muestra no es aleatoria simple, ya que la probabilidad de respuesta no es la misma para cada individuo encuestado es necesario utilizar algunos criterios que permitan determinar si la muestra puede ser considerada como representativa de la población estudiada o no. Se hicieron tres tipos de pruebas, comprando las distribuciones del marco y de la muestra mediante pruebas ji - cuadrado.

**1. Pruebas por países.** Se comparó la distribución por países del marco de envío contra la distribución de recepción. Se comparó el submarco de Colciencias (personas identificadas en los archivos de Colciencias) y la intersección de la muestra con el submarco. Los gráficos 6.4 y 6.5 ilustran gráficamente las comparaciones.

**2. Prueba por áreas.** A partir de los datos del submarco de Colciencias se comparó la distribución en los 11 programas de investigación de Colciencias del submarco y de la submuestra respectiva. No es posible aquí comparar la distribución total de la muestra con el marco, porque este se desconoce, ya que no sabemos de antemano el programa de investigación en el cual pueden ser ubicadas las personas que no figuran en el submarco de Colciencias. El gráfico 6.1.7 muestra gráficamente la comparación.

**3. Prueba interna por países.** En cada uno de los países donde el número de respuestas del submarco de Colciencias es mayor a 15 se compararon las distribuciones por programas de investigación dentro de cada país.

Los gráficos 6.4 a 6.7 presentan adicionalmente los valores de la estadística de prueba para la prueba ji - cuadrado de comparación de la distribución muestral respecto a la distribución poblacional, en los casos en los que se tiene la información completa. En la prueba del gráfico 6.6 se unió el submarco de Colciencias con los individuos que contestaron la encuesta que no pertenecían a

tal submarco. Este nuevo marco se compara con la submuestra asociada. Se hizo esta prueba para tratar de evidenciar que los nuevos individuos no perturban demasiado los resultados finales.

En cada una de las pruebas presentadas se obtuvieron resultados satisfactorios. Es decir en ningún caso se puede afirmar que la muestra tiene una distribución significativamente diferente del marco respectivo. Los datos para las pruebas por países fueron tomados de la tabla 6.1.

Finalmente, debe tenerse en cuenta que de todas maneras la muestra no es aleatoria simple y por tanto estimaciones paramétricas deben tener en cuenta este problema. Los resultados entonces deben interpretarse como tendencias presentes en la población. Esto no significa sin embargo que no puedan tomarse como indicadores. De hecho las tendencias encontradas permiten establecer la composición y potencialidades de la diáspora de la red Caldas, sobre todo desde el punto vista comparativo.

**Tabla 6.1**

**Resumen de envío y recepción de encuestas por país**

País	Marcos			Muestra		TasasRecepción·	
	BDColc	Envío	MColAmpli	RecepTot	RecepBDCol	Total	BDColc
Alemania	16	74	41	34	9	45.95%	56.25%
Argentina	33	39	39	21	15	53.85%	45.45%
Australia	8	18	10	6	4	33.33%	50.00%
Austria	11	13	11	2	2	15.38%	18.18%
Bélgica	39	77	51	26	14	33.77%	35.90%
Brasil	20	10	21	2	1	20.00%	5.00%
Canadá	9	15	14	8	3	53.33%	33.33%
España	127	139	137	43	33	30.94%	25.98%
Francia	101	134	126	41	16	30.60%	15.84%
Hungría	0	1	1	1	0	100.00%	
Israel	3	4	4	1	0	25.00%	0.00%
Italia	32	22	32	9	9	40.91%	28.13%
Japón	4	25	14	13	3	52.00%	75.00%
México	73	46	79	21	15	45.65%	20.55%
Nueva Zelanda	5	4	5	1	1	25.00%	20.00%
Polonia	1	8	3	2	0	25.00%	0.00%
Puerto Rico	33	60	42	18	9	30.00%	27.27%
Rusia	11	20	12	3	2	15.00%	18.18%
Suecia	13	37	25	17	5	45.95%	38.46%
Suiza	24	26	28	13	9	50.00%	37.50%
Reino Unido	58	99	91	53	20	53.54%	34.48%
USA	172	305	231	108	49	35.41%	28.49%
Venezuela	18	20	21	10	7	50.00%	38.89%
Total	811	1196	1038	453	226		

Estas definiciones se refieren a las claves de la lectura de la tabla:

**Marcos :** se refiere a las bases utilizadas para el envío de la encuesta.

**Bdcolc:** Es el conglomerado obtenido de las listas de Colciencias.

**Envío:** se refiere al total de encuestas enviadas.

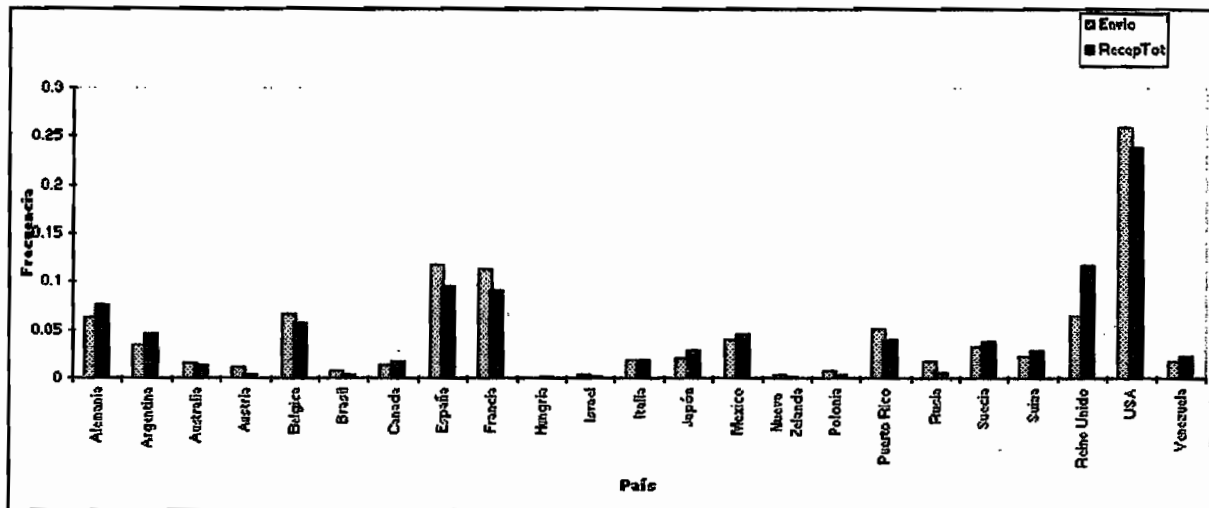
**MColAmpli:** Se refiere al total de personas registradas en Colciencias mas los hallados por el proyecto

**Receptot:** es el numero de encuestas que se recibieron por país

**RecepBDColc:** Son las personas que estando en la lista de Colciencias devolvieron la encuesta.

Gráfico 6.4

Envío - Recepción por países



Prueba  $\chi^2$  de Comparación de Distribuciones Envío vs. Recepción

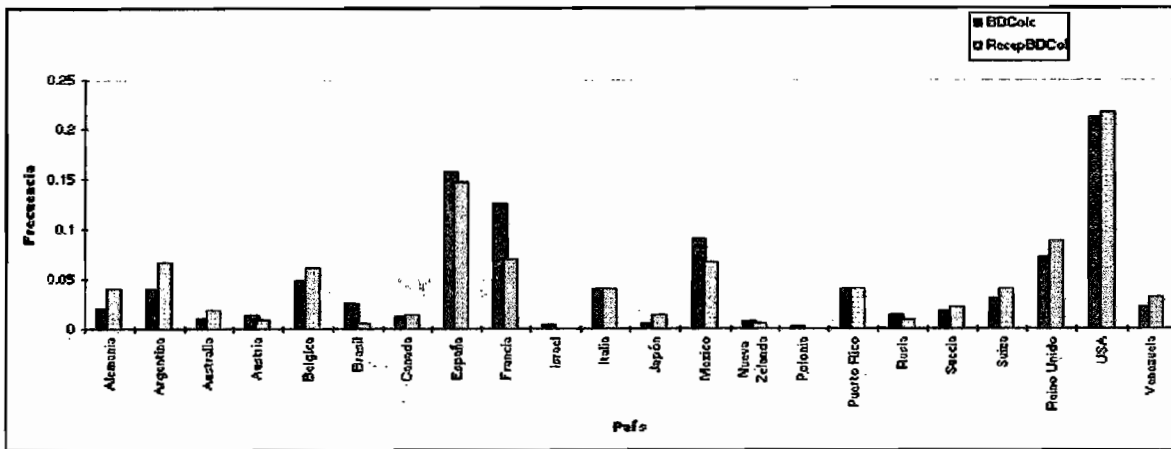
Estadística de Prueba

$$Q = \sum_{i=1}^k \frac{(N_i - np_i^0)^2}{np_i^0}$$

Q = 28.39    Valor test = 33.9244    K=22

Gráfico 6.5

Prueba país Envío - Recepción base de datos Colciencias - submuestra



Prueba  $\chi^2$  de Comparación de Distribuciones Envío vs. Recepción

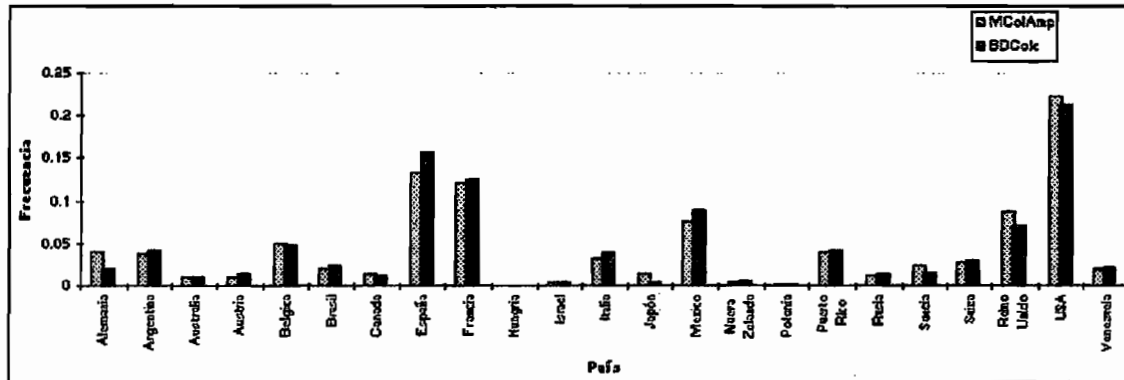
Estadística de Prueba

$$Q = \sum_{i=1}^k \frac{(N_i - np_i^0)^2}{np_i^0}$$

Q = 28.39    Valor test = 33.9244    K=22

Gráfico 6.6

Prueba de país Colciencias ampliado vs. submuestra



Prueba  $\chi^2$  de Comparación de Distribuciones Envío vs. Recepción

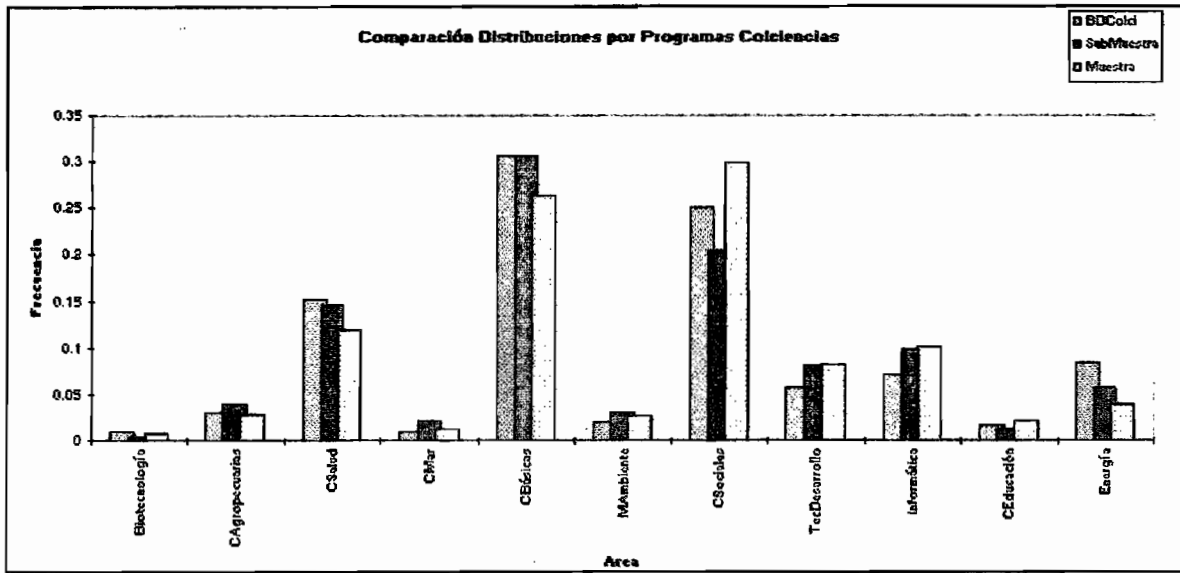
Estadística de Prueba

$$Q = \sum_{i=1}^k \frac{(N_i - np_i^0)^2}{np_i^0}$$

Q = 28.39      Valor test = 33.9244      K=22

Gráfico 6.7

Prueba por áreas



Prueba  $\chi^2$  de Comparación de Distribuciones Envío vs. Recepción por Areas

Estadística de Prueba

$$Q = \sum_{i=1}^k \frac{(N_i - np_i^0)^2}{np_i^0}$$

Q = 28.39

Valor test = 18.3

K=10



## **Sección 2**

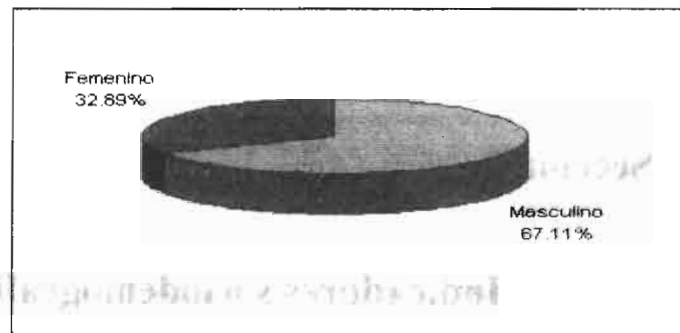
### **Indicadores sociodemográficos de la red Caldas**

*Se trata de indicadores de primera generación que permiten tener una caracterización general de la población. Se ha considerado aquí el tema de las nacionalidades y de los vínculos con el lugar de residencia. Cada gráfico debe ser interpretado individualmente pues los porcentajes no están calculados sobre la misma base de personas.*

## Gráfico 6.8

### Distribución de sexos

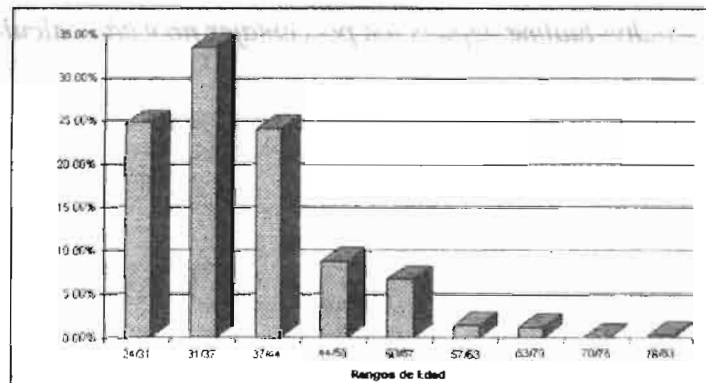
La participación de las mujeres en la comunidad académica ha aumentado en la última década. Su participación como docentes en la educación superior ha pasado del 23,7% en 1985 al 27,7% en 1995 (Estadísticas del Icfes, 1995). La distribución por géneros en la encuesta es un indicador de una rápida transformación.



## Gráfico 6.9

### La pirámide de edades de la encuesta

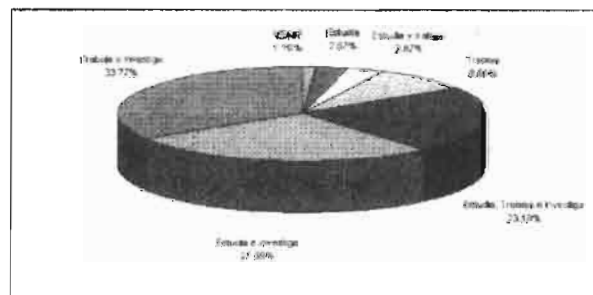
El promedio de edad se ubica alrededor de los 36 años. Se tiene una distribución casi normal, con un mayor peso en las edades menores lo que es consistente con las actividades y con la formación que declaran los encuestados (Gráficos 6.10 y 6.11).



## Gráfico 6.10

### Actividad actual

Un alto porcentaje declara estudiar y simultáneamente realizar otra actividad. El grupo que declara trabajar e investigar está mayoritariamente formado por estudiantes de doctorado.

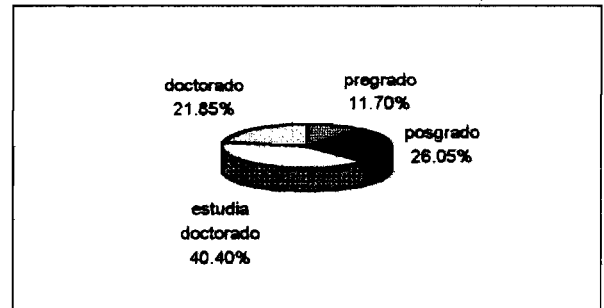


## Análisis de máxima escolaridad

Gráfico 6.11

### Máximo nivel de escolaridad

Se tomaron cuatro niveles de escolaridad considerando el máximo título alcanzado sin importar que se siga, posteriormente una formación de nivel inferior. En el nivel de postgrado se agruparon quienes obtuvieron una maestría, una especialización o que, en el momento de la responder la encuesta, esté siguiendo una formación posterior al pregrado.

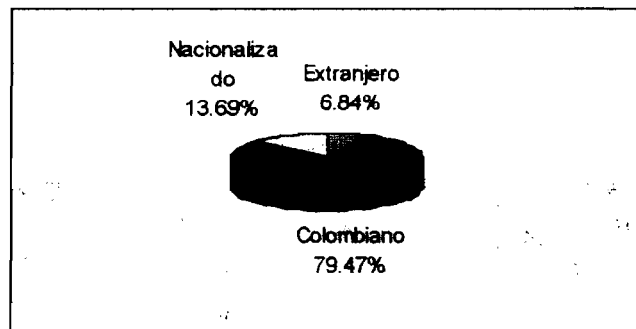


## Análisis de nacionalidades

Gráfico 6.12

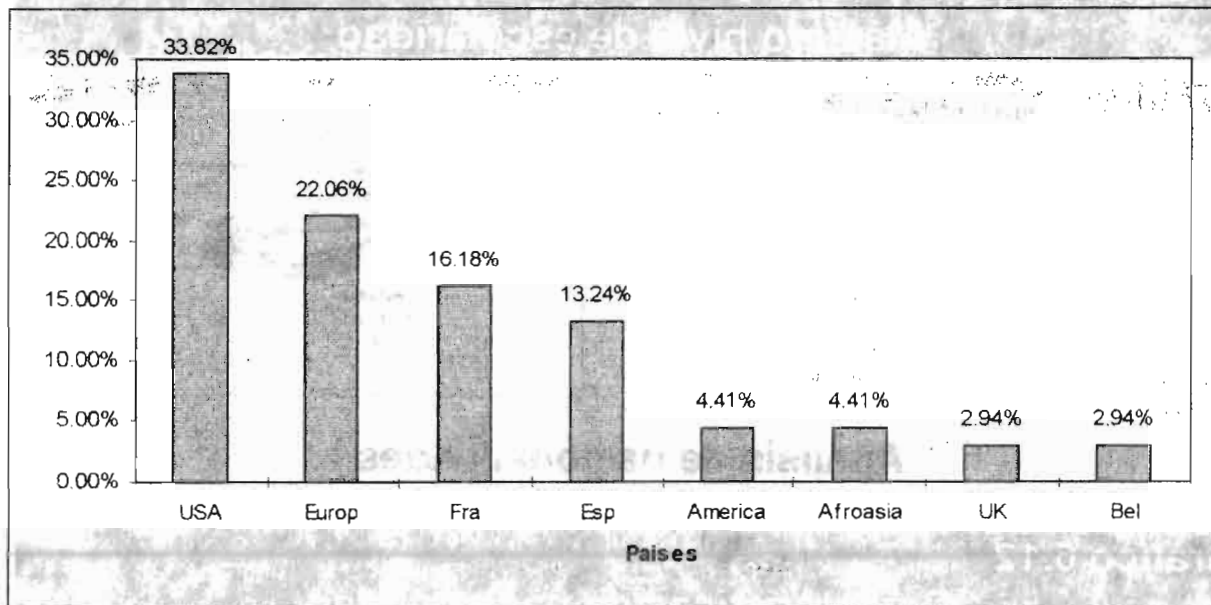
### Características de nacionalidad

Se consideró extranjero a quienes no son colombianos y tienen vínculos intensos con Colombia: son los "colombianistas". La categoría "nacionalizados" permitió establecer quienes han obtenido una doble nacionalidad.



**Gráfico 6.13**

**Segunda nacionalidad**

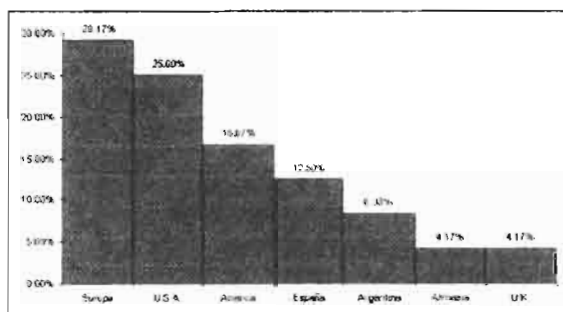


De los 68 individuos que poseen doble nacionalidad 6 de ellos no tienen la nacionalidad colombiana. La distribución de este 15% muestra la preferencia por países de radicación. Por otra parte, se encontró que el 85% de los encuestados colombianos, sin doble nacionalidad pretende regresar a Colombia.

Se consideraron tres grandes áreas geográficas : América, Europa y Afroasia, pero cuando hay países cuya representación en la distribución supera un cierto umbral, se decidió explicitarlo.

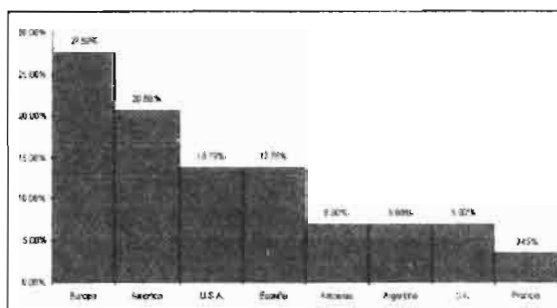
**Gráfico 6.14**

**Nacionalidad de la madre**



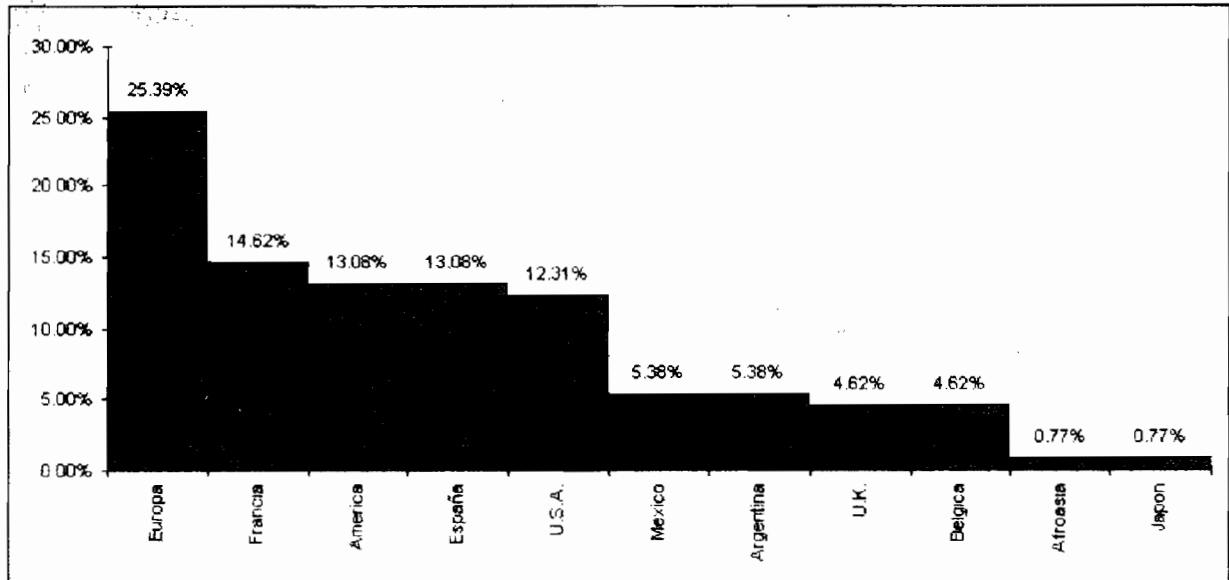
**Gráfico 6.15**

**Nacionalidad del padre**



**Gráfico 6.16**

**Nacionalidad del cónyuge**

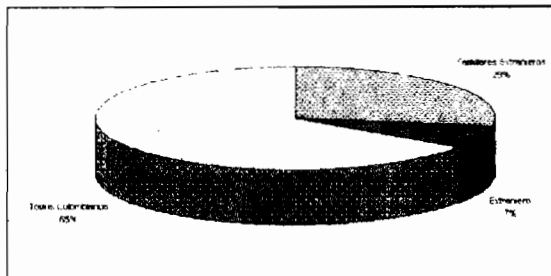


24 personas (5.3%) tiene madre no Colombiana y 29 (6.4%) tienen padre no Colombiano (Gráficas 6.14 y 6.15).

130 personas (28.7%) están casadas con cónyuge extranjero. La mayoría de este número (62.3%) es de nacionalidad europea. (Gráfico 6.16)

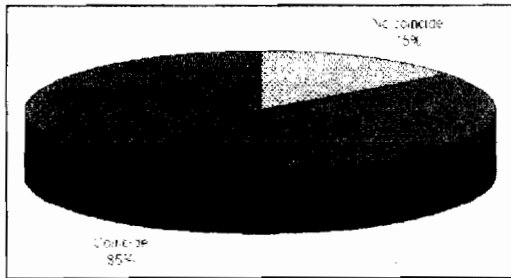
**Gráfico 6.17**

**Nacionalidades de familiares**

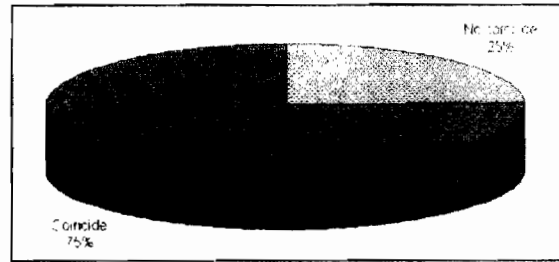


Las distribuciones entre las categorías extranjeros, que corresponde a los "colombianistas", al menos un familiar extranjero y todos (los familiares) colombianos señalan los vínculos familiares con el exterior.

**Gráfico 6.18**  
Coincidencia entre la segunda nacionalidad del encuestado y el país de residencia actual



**Gráfico 6.19**  
Coincidencia entre las nacionalidades de los familiares y el país de residencia



Se encuentra una alta correlación entre la opción por una segunda nacionalidad (68 individuos) y el país de residencia (Gráfico 6.18). El grupo de los 130 individuos que tienen familiares extranjeros muestra tener una mayor movilidad internacional. (Gráfico 6.19).

## Sección 3

### Indicadores sobre la producción bibliográfica en la red

*La base de datos sobre las publicaciones en la red Caldas se constituyó a partir de las listas que fueron enviadas con las respuestas a la encuesta Redes Colombia. Se recibieron 380 listas con un número total de 3452 publicaciones. De estas se construyó una muestra de 343, que corresponde al 10% del total. Los análisis en esta sección se refieren entonces a esta muestra.*

*A diferencia de la base de investigaciones, en la que cada investigador aparece sólo una vez, aquí los autores pueden aparecer muchas veces. La distribución según el número de publicaciones sigue la ley de Lokta : pocos publican mucho y muchos publican poco . Como consecuencia de esto puede suceder que un autor muy prolífico llegue a determinar un cluster. En este caso, cuando se procesa puede suceder que se llegue a constituir un cluster con la temática general que este autor trabaja. Esta situación se refleja en los cluster generados por el MPA porque pueden, entonces, tener entonces una alta densidad y una baja centralidad.*

*La sistematización de la información recogida permitió en este caso establecer varias clasificaciones de los documentos : tipo de publicación, ámbito de circulación, idioma de publicación. El archivo normalizado generado fue tratado por el método de las palabras asociadas, MPA y por el análisis de correspondencias simples, ACS. Esto dió lugar a las representaciones estratégicas, derivadas del MPA y a las representaciones topográficas, derivadas del ACS y a la construcción de los cluster respectivos. La definición de la*

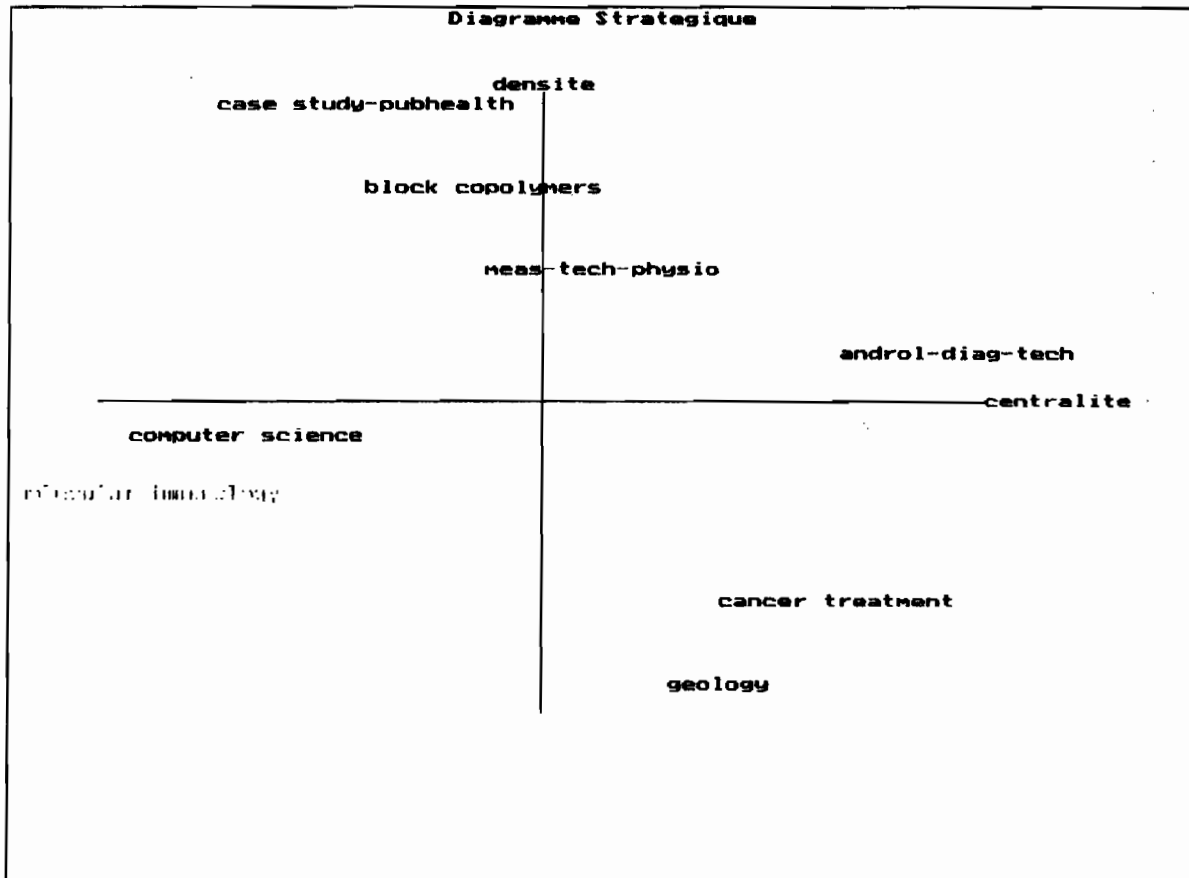
*variable Cluster permitió, entonces, volver a la base de publicaciones con el fin de crear diferentes asociaciones que se consideraron pertinentes : de los cluster temáticos con los tipos de literatura (literatura blanca y literatura gris), con los tipos de circulación (nacional, internacional, local), por ejemplo, y que se están presentados como tablas. El cruce de algunas de las características de las clasificaciones permitió establecer diversas cualidades que posee la producción bibliográfica en la diáspora. Una presentación de la estructura de la base, así como las definiciones de las nociones que orientaron la recolección y la sistematización de la información básica se encuentra en el Capítulo 1.*

*La constitución del archivo normalizado está basada en las palabras claves asignadas a cada documento, (ver capítulo 1, asignación de palabras claves) y éstas se encuentran tanto en inglés como en el idioma original. Si este es el inglés, se tradujeron al español. Aquí se utilizó el archivo normalizado en inglés.*



## Mapa 6.3

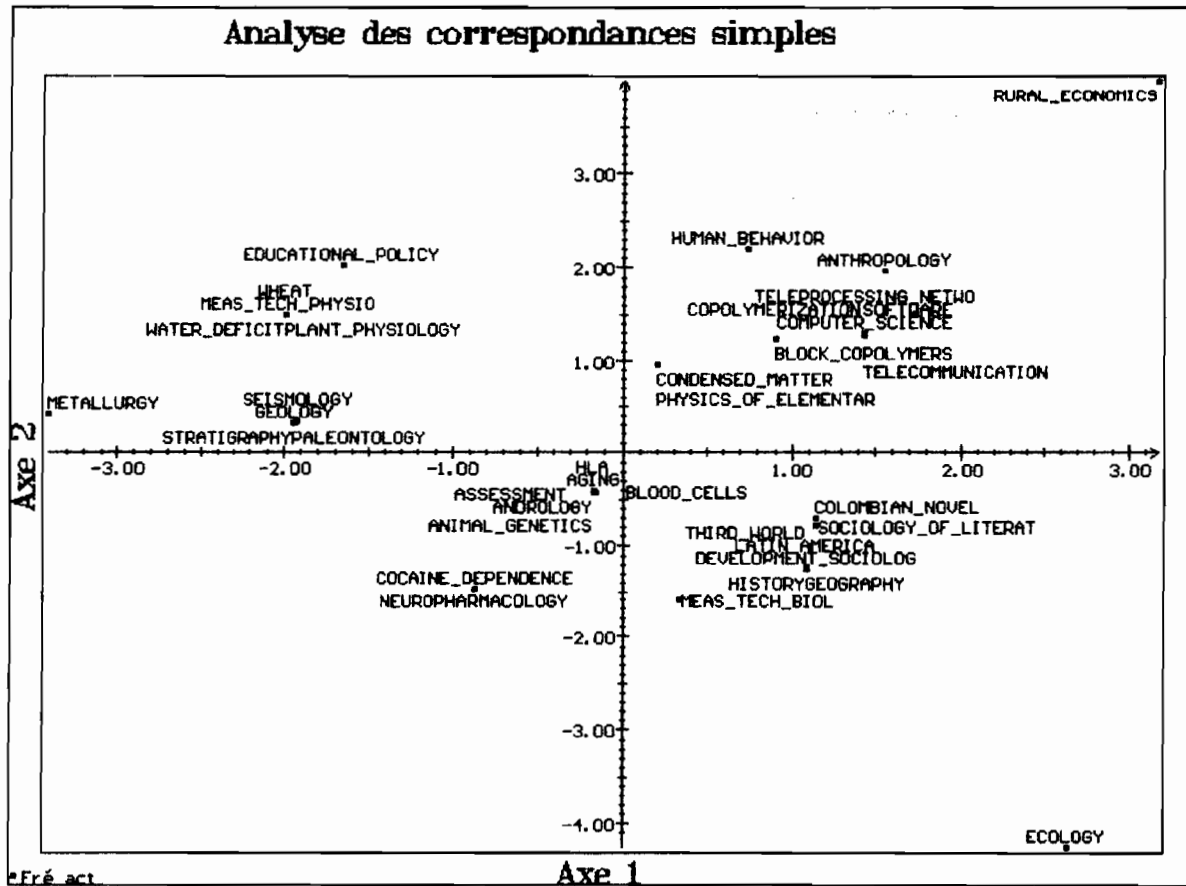
### Representación estratégica de las publicaciones



La representación estratégica de las publicaciones en la red Caldas muestra que hay 8 clusters o grupos temáticos de los cuales cinco están relacionados con las ciencias médicas y biológicas: Cancer treatment, Androl-diag-tech, Molecular immunology, Meas-tech-physio, y Case study-pubhealth. En el campo de las Ciencias exactas y tecnología se encuentran los otros tres: Computer science, Geology y Block copolymers. No hay ninguno en el área de Ciencias sociales y económicas

## Mapa 6.4

### Representación topográfica de las publicaciones



La representación topográfica de las publicaciones hace aparecer, sin embargo, cercanías en las temáticas presentes en las publicaciones : Sociología de la literatura, Novela colombiana, Tercer mundo y Latinoamérica, Sociología del desarrollo por ejemplo, en el área de las Ciencias sociales y económicas. La Economía rural y la Ecología son temas que, por el contrario, no tienen mayores relaciones con otras temáticas. En cualquier caso, la interpretación se hace con base en un número limitado de términos, lo que señala que hay una relativa dispersión temática en las publicaciones.

## Indicadores descriptivos de las publicaciones

**Tabla 6.2**

### Distribución de las áreas según el idioma

	ESPAÑOL	FRANCES	INGLES	PORTUGUES	RUSO	TOTAL
Andrology	0	0	12	0	0	12
Biology Animal Genetics	0	1	14	0	0	15
Cancer Treatment	1	0	12	0	0	13
Computer Science	3	1	11	0	0	15
Copolimerization	2	0	19	0	0	21
Ecology	0	0	5	0	0	5
Educational Policy	4	0	1	0	0	5
Geology	1	1	10	0	0	12
Immunology	23	2	103	0	1	129
Literature	6	0	1	0	0	7
Mathematics	2	0	7	0	0	9
Meas. Tech Physio	0	0	12	0	0	12
Medicine Others	2	0	12	0	0	14
Metalurgy	2	0	3	0	0	5
Pharmacology	0	0	6	0	0	6
Phisics	5	0	6	0	0	11
Public Health	11	0	3	1	0	15
Sociology	20	0	17	0	0	37
<b>TOTAL</b>	<b>82</b>	<b>5</b>	<b>254</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>343</b>

Se identificaron 18 cluster por el ACS. La utilización de la variable Cluster permitió establecer los idiomas de publicación en cada de las áreas ubicadas. El mayor número de publicaciones se ubica en el área de Ciencias médicas y biológicas y dentro de esta en inmunología. De las 254 publicaciones en inglés el 71% (180) pertenecen a esta área. Se publica mucho menos en Ciencias sociales y económicas: el 18% (63 de total de 343), de las cuales 41 se hicieron en español y 22 en inglés. Hay una mayor tendencia a publicar en Inglés en el área de las Ciencias exactas y tecnología, aunque representación porcentual es baja: 76 publicaciones de las que 14 se hicieron en español, 61 en inglés y 1 en francés. Su contribución al total es del 22%.

**Tabla 6.3**

**Distribución de áreas por tipo de documento**

	ARTICULO	CAPITULO	CARTA	INFORME	LIBRO	PONENCIA	TESIS	TESIS DOCT	TESIS MAEST	TOTAL
Andrology	9	3	0	0	0	0	0	0	0	12
Biology Animal Genetics	12	2	0	0	0	1	0	0	0	15
Cancer Treatment	9	4	0	0	0	0	0	0	0	13
Computer Science	4	1	0	3	0	5	0	2	0	15
Copolymerization	20	0	0	0	0	1	0	0	0	21
Ecology	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Educational Policy	0	2	0	2	0	0	0	1	0	5
Geology	5	2	0	2	0	3	0	0	0	12
Immunology	82	32	1	1	4	9	0	0	0	129
Literature	2	3	0	0	1	1	0	0	0	7
Mathematics	4	2	0	0	0	3	0	0	0	9
Meas Tech Physio	9	0	0	0	0	3	0	0	0	12
Medicine Others	12	2	0	0	0	0	0	0	0	14
Metalurgy	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Pharmacology	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Physics	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Public Health	7	0	0	0	1	6	1	0	0	15
Sociology	19	14	0	1	0	1	0	1	1	37
<b>TOTAL</b>	<b>221</b>	<b>67</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>33</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>343</b>

El 64% de las publicaciones analizadas son artículos, el 20% son capítulos de libros, el 10% son ponencias y sólo el 2% son tesis. Este último dato indica que, en general, no se consideran a estos trabajos como publicaciones formales.

**Tabla 6.4****Distribución de áreas por tipos de literatura**

	<b>BLANCA</b>	<b>GRIS</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Andrology</b>	12	0	12
<b>Biology Animal Genetics</b>	14	1	15
<b>Cancer Treatment</b>	13	0	13
<b>Computer Science</b>	6	9	15
<b>Copolymerization</b>	20	1	21
<b>Ecology</b>	5	0	5
<b>Educational Policy</b>	2	3	5
<b>Geology</b>	7	5	12
<b>Immunology</b>	119	10	129
<b>Literature</b>	6	1	7
<b>Mathematics</b>	6	3	9
<b>Meas Tech Physio</b>	8	4	12
<b>Medicine Others</b>	14	0	14
<b>Metalurgy</b>	5	0	5
<b>Pharmacology</b>	6	0	6
<b>Physics</b>	11	0	11
<b>Public Health</b>	9	6	15
<b>Sociology</b>	33	4	37
<b>TOTAL</b>	<b>296</b>	<b>47</b>	<b>343</b>

La diferenciación entre literatura blanca, la que ha sido objeto de una evaluación formal antes de su publicación y de la que se tiene la información sobre los modos para su adquisición, y literatura gris, que "está constituida por los documentos dactilografiados o impresos dirigidos a un público restringido, por fuera de los circuitos comerciales de edición y al margen de los dispositivos de control bibliográficos", permitió establecer una producción que está dirigida a un público más especializado y ubicar otras producciones que normalmente no son consideradas en las bases de datos.

**Tabla 6.5****Distribución de áreas por nivel de circulación**

	INTERNACIONAL	LOCAL	NACIONAL	TOTAL
Andrology	12	0	0	12
Biology Animal Genetics	11	0	4	15
Cancer Treatment	10	0	3	13
Computer Science	1	0	8	9
Copolymerization	16	0	5	21
Ecology	2	0	3	5
Educational Policy	1	0	2	3
Geology	4	0	7	11
Immunology	78	1	44	123
Literature	0	0	6	6
Mathematics	4	0	3	7
Meas Tech Physio	9	0	3	12
Medicine Others	10	0	3	13
Metalurgy	1	0	4	5
Pharmacology	4	0	2	6
Physics	4	0	7	11
Public Health	5	1	7	13
Sociology	11	1	23	35
<b>TOTAL</b>	<b>183</b>	<b>3</b>	<b>134</b>	<b>320</b>

El ámbito de circulación de las publicaciones puede ser nacional, internacional o local. Es posible vincular los tipos de circulación con una mayor o menos internacionalización de las temáticas. Así, por ejemplo, en el área de las Ciencias sociales y económicas, la mayor parte de las publicaciones circulan nacionalmente, en tanto que en las Ciencias médicas y biológicas lo hace internacionalmente.

**Tabla 6.6****Distribución del nivel de circulación por idioma**

	ESPAÑOL	FRANCES	INGLES	PORTUGUES	RUSO	TOTAL
INTERNACIONAL	8	0	175	0	0	183
LOCAL	3	0	0	0	0	3
NACIONAL	62	5	66	1	0	134
(vacías)	9	0	13	0	1	23
<b>TOTAL</b>	<b>82</b>	<b>5</b>	<b>254</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>343</b>

**Tabla 6.7****Distribución del nivel de circulación por el tipo de documento**

	INTERNACIONAL	LOCAL	NACIONAL	(vacías)	TOTAL
ARTICULO	130	1	89	1	221
CAPITULO	48	0	16	3	67
CARTA	0	0	1	0	1
INFORME	0	0	4	5	9
LIBRO	1	0	5	10	6
PONENCIA	4	1	18	0	33
TESIS	0	0	1	3	1
TESIS DOCT	0	1	0	4	4
TESIS MAEST	0	0	0	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>183</b>	<b>3</b>	<b>134</b>	<b>23</b>	<b>343</b>

**Tabla 6.8****Distribución del tipo de literatura por idioma**

TIPO LIT	ESPAÑOL	FRANCES	INGLES	PORTUGUES	RUSO	TOTAL
BLANCA	66	3	227	0	0	296
GRIS	16	2	27	1	1	47
<b>TOTAL</b>	<b>82</b>	<b>5</b>	<b>254</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>343</b>

La circulación internacional utiliza mayoritariamente al inglés como idioma. Solo 8 publicaciones en español tienen un ámbito de circulación internacional. De 23 publicaciones no fue posible establecer su ámbito de circulación.

Si se considera el tipo de documento, el 59% de los artículos y el 72% de los capítulos de libro circulan internacionalmente. Las ponencias tienen, por el contrario, una diseminación más limitada al ámbito nacional.

Si se considera el tipo de literatura, hay un mayor porcentaje de la literatura gris en español que la que hay en inglés (20% en el primer caso, 11% en el segundo). En los otros idiomas las cantidades son muy bajas para poder establecer tendencias de cualquier tipo.

**Tabla 6.9**

**Distribución del tipo de documento por idioma**

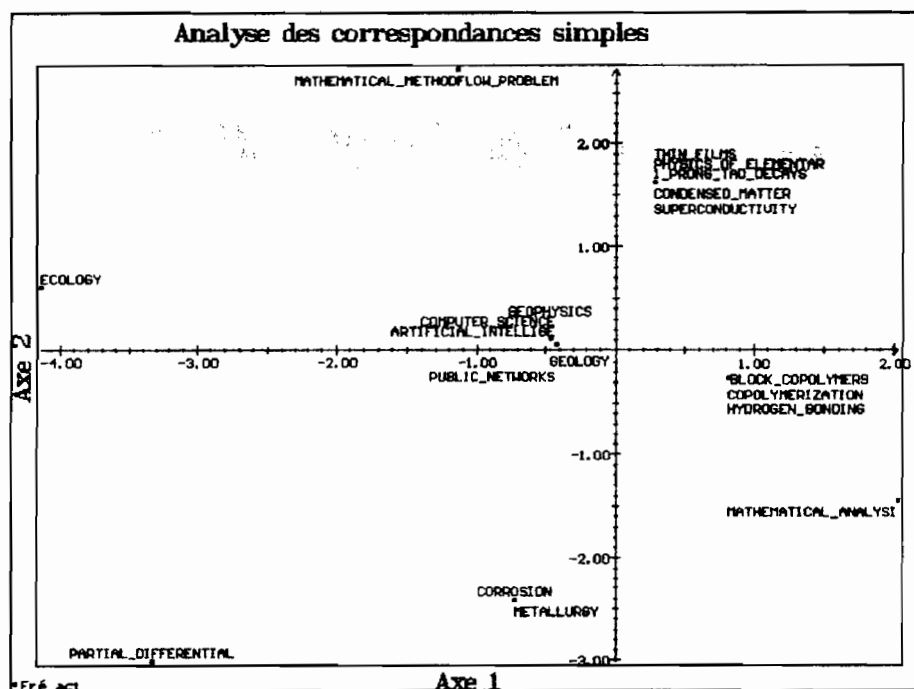
TIPO DOC	ESPAÑOL	FRANCES	INGLES	PORTUGUES	RUSO	TOTAL
ARTICULO	49	2	170	0	0	221
CAPITULO DE LIBRO	12	1	54	0	0	67
CARTA	0	0	1	0	0	1
INFORME	3	2	4	0	0	9
LIBRO	5	0	1	0	0	6
PONENCIA	9	0	23	0	1	33
TESIS	0	0	0	1	0	1
TESIS DOCTORAL	3	0	1	0	0	4
TESIS MAESTRIA	1	0	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>82</b>	<b>5</b>	<b>254</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>343</b>

En la escritura de libros y en las tesis el idioma más utilizado es el español. En todos los otros tipos de documentos es el inglés, lo que señala que hay una marcada tendencia hacia la integración en los circuitos de circulación normalizados de los documentos científicos.

**Representación topográfica de las grandes áreas**

**Mapa 6.5**

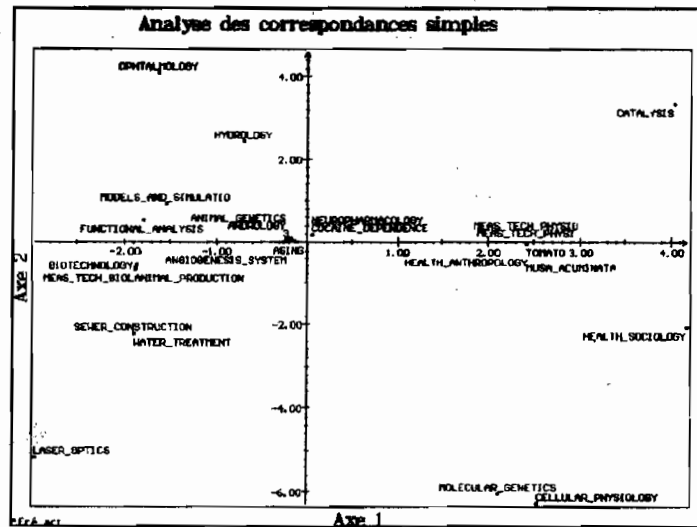
**Area de ciencias exactas y tecnología**





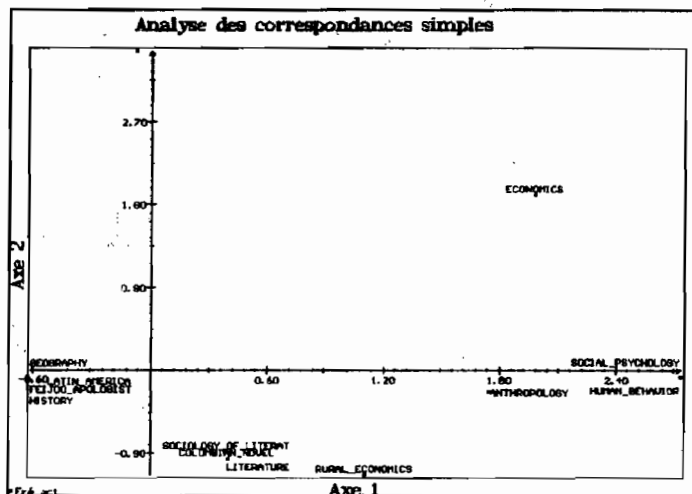
## Mapa 6.6

### Area de ciencias médicas y biológicas



## Mapa 6.7

### Area de ciencias sociales y económicas

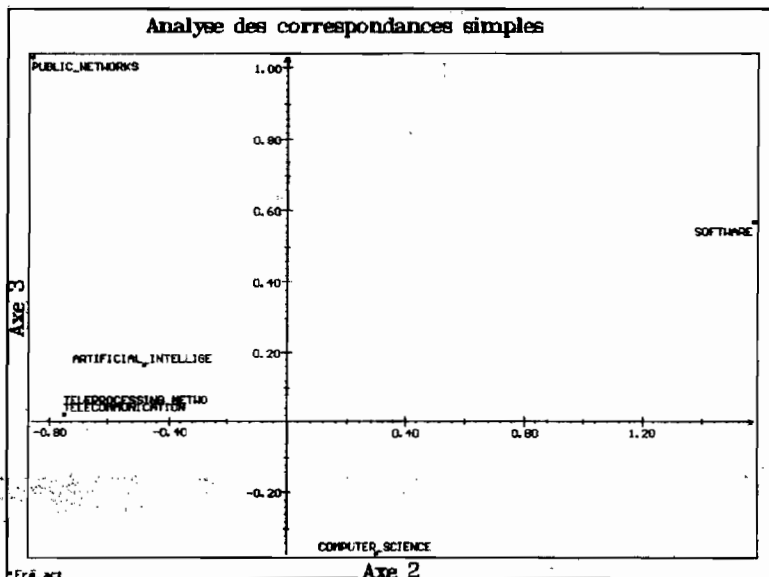


La agregación de los clusters encontrados por ACS según las grandes áreas a las que pertenecen permite caracterizar la producción de literatura científica en cada una de ellas. Una muy escasa asociación en la producción literaria se percibe por la débil densidad de las disciplinas que se encuentran en los mapas de las tres grandes áreas. Hay algunas agrupaciones en Física de las partículas elementales, alrededor de las subtemáticas Materia condensada, películas delgadas y superconductividad por lo que hace a la física, en polímeros para la química, en las Ciencias de la computación y la Geología. La matemática se encuentra dispersa y su presencia es muy limitada. En metalurgia algunas publicaciones en Corrosión. En las Ciencias médicas biológicas hay una relativa mayor densidad de las temáticas presentes : en Neurofarmacología y Dependencia de la cocaína. En las Ciencias sociales y económicas la dispersión temática es muy grande como bajo el número de las temáticas, indicativo de un escaso número de publicaciones.

# Representación topográfica de algunas áreas

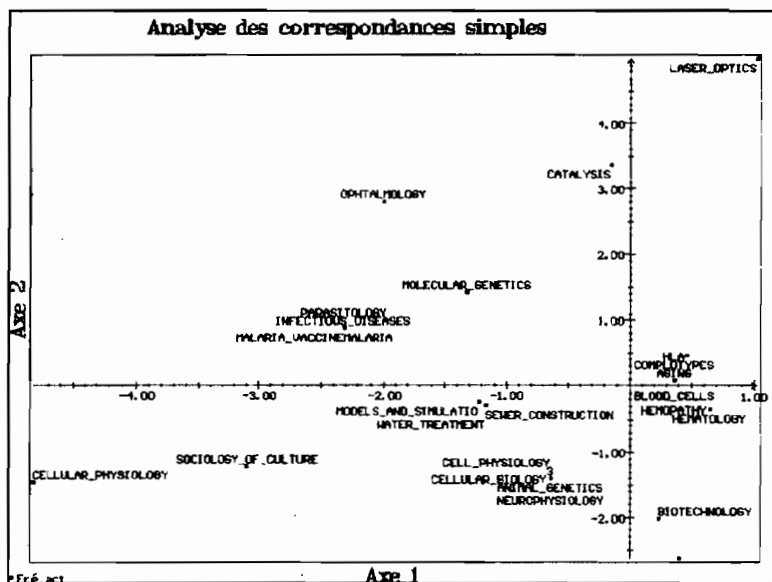
Mapa 6.8

## Area de ciencias de la computación



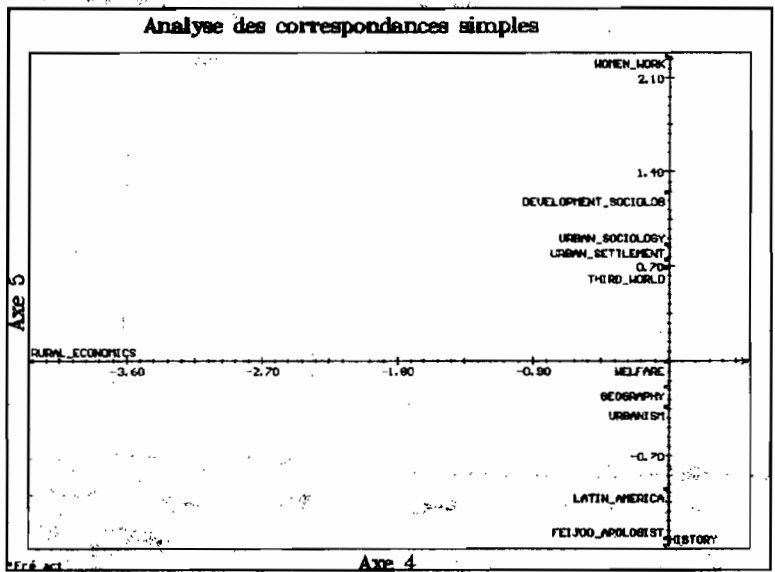
Mapa 6.9

## Area de inmunología



# Mapa 6.10

## Area de sociología



Se escogieron tres clusters representativos de cada una de las grandes áreas en los que es perceptible claramente claridad la dispersión temática y la baja relación entre las temáticas presentes.

### Representación estratégica de algunas áreas

Gráfico 6.20  
Molecular immunology

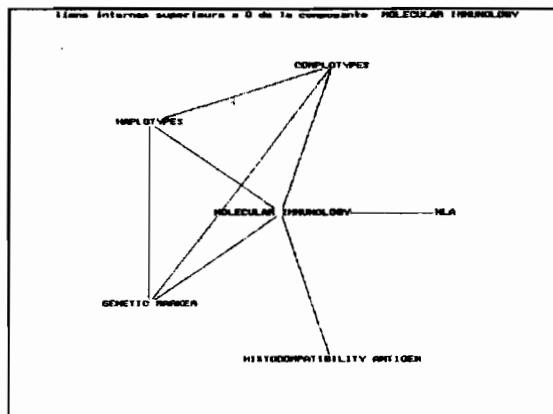
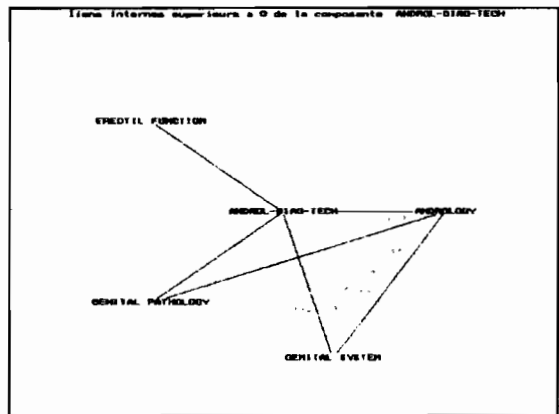
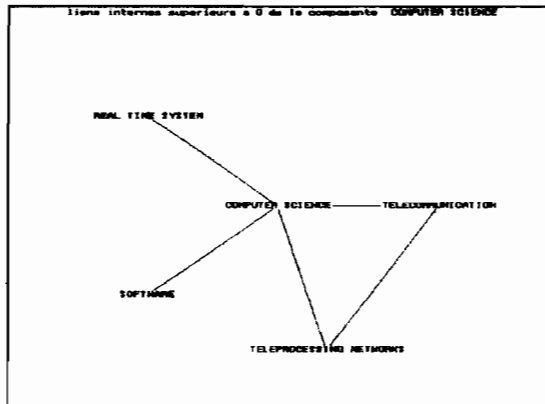


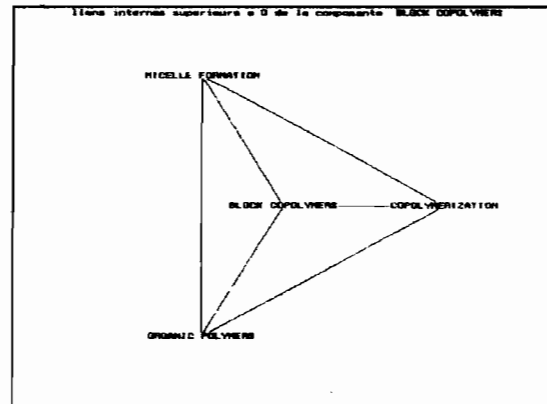
Gráfico 6.21  
Androl diag tech



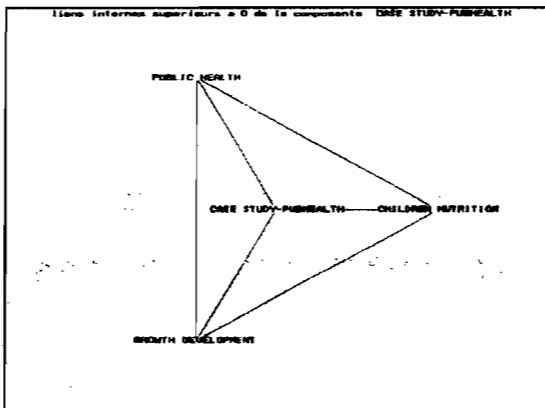
**Gráfico 6.22**  
**Computer science**



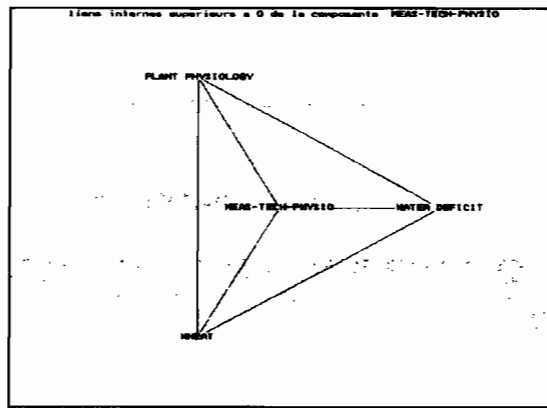
**Gráfico 6.24**  
**Block copolymers**



**Gráfico 6.23**  
**Case study pub health**



**Gráfico 6.25**  
**Meas tech physio**



La representación de la estructura interna de los principales clusters encontrados por MPA, dada por las asociaciones entre las subtemáticas ha sido presentada en estos gráficos, cuatro correspondientes al área de Ciencias médicas y biológicas y dos al área de Ciencias exactas y tecnología. Los parámetros exteriores escogidos (Números máximo y mínimo de palabras que conforman el cluster, frecuencia mínima número de asociaciones de las palabras) fueron de  $T = 6$ ,  $t = 3$ ,  $f = 3$  y  $p = 3$  respectivamente con el fin de hacer aparecer los cluster aún si sus densidades y, sobre todo sus centralidades son bajas.

**Tabla 6.10****Síntesis de las temáticas de las publicaciones en la red  
Caldas****Método de las palabras asociadas**

	Nombre	Frecuencia	A	B	C	D
{1}	Molecular immunology	26	6	8	46	0
{2}	Androl-Diag-Tech	10	5	6	52	2
{3}	Computer Science	13	5	5	46	0
{4}	Case Study-Pubhealth	5	4	6	85	0
{5}	Block Copolymers	11	4	6	83	0
{6}	Meas-Tech-Physics	5	4	6	78	0
{7}	Geology	8	3	2	29	0
{8}	Cancer Treatment	7	3	3	34	0

Parámetros externos :  $T = 6$  ;  $t = 3$  ;  $f = 3$  ;  $p = 3$

- A. El número de palabras claves que definen la temática ;
- B. Número de asociaciones internas;
- C. La densidad, o valor medio de las asociaciones internas.
- D. La centralidad, o valor medio de las asociaciones externas.

La síntesis de la información sobre los cluster derivados del MPA muestra que hay una débil articulación entre las diferentes temáticas representadas por los clusters : la columna que marca la centralidad, última a la derecha, señala la inexistencia de relaciones y sólo en un caso (Androl-Diag-Tech) se encuentra una débil asociación con subtemáticas exteriores al cluster. Una relativa densidad se encuentra, sin embargo, en algunas temáticas, lo que indica que están aisladas y son el resultado de investigadores que, presumiblemente, son autores más o menos prolíficos. Este es el caso, en especial, de Block copolymers y Case Study-Pubhealth.

La explicitación de las subtemáticas del cluster Molecular immunology ha sido ya realizada en el Capítulo 1.

Por otra parte, es posible, con la información sobre las subtemáticas encontradas para cada cluster, regresar a las bases de datos para establecer quienes publican , en donde se encuentran, con quienes publican o cuales son los temas de investigación de los que publican, sus niveles académicos, etc.

## **Sección 4**

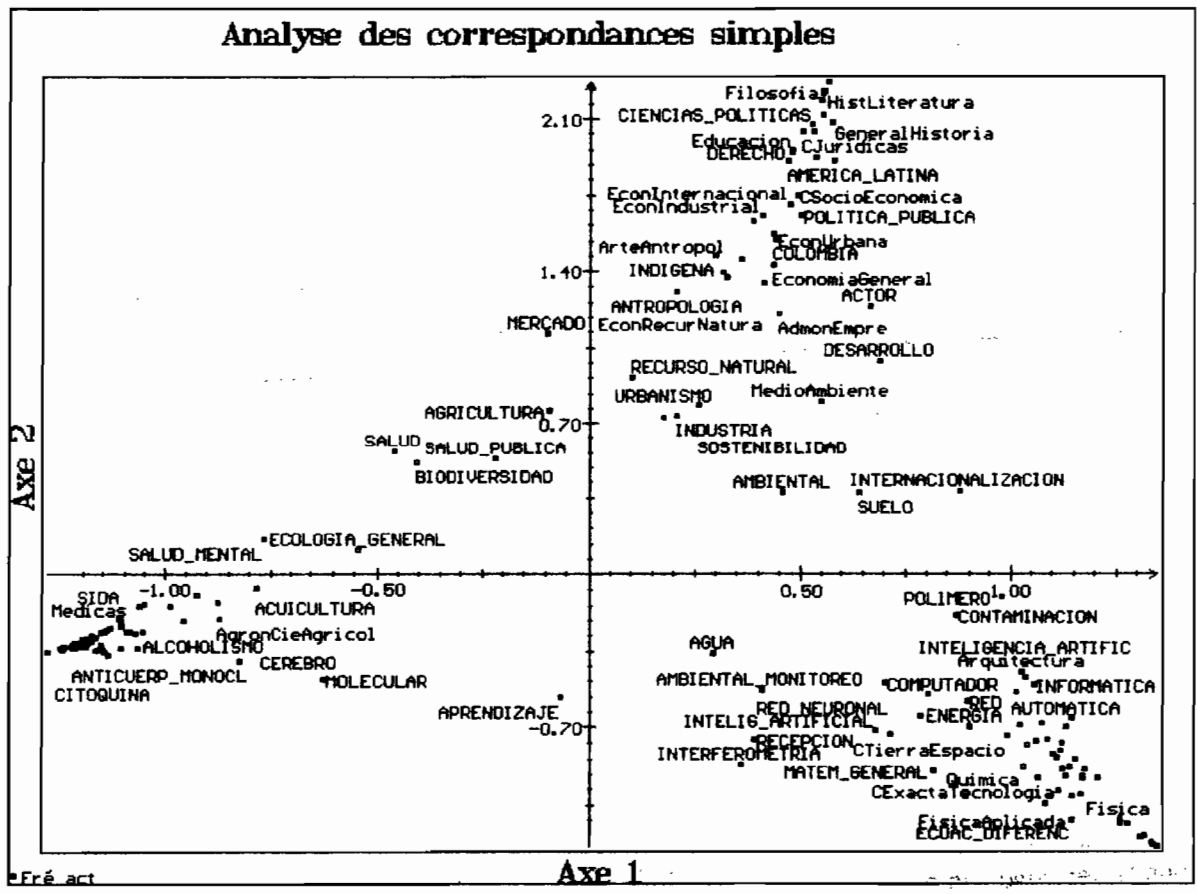
### **Indicadores de campos y áreas de investigación**

*De las 453 personas que contestaron la encuesta, 376 indicaron que hacían algún tipo de investigación, y la describieron con ayuda de palabras claves. Los datos para la construcción de los archivos para los análisis provienen de las preguntas II-3 a) y II-3 b) de la encuesta. Los archivos normalizados para los análisis se prepararon de la siguiente manera: luego de normalizar (lematizar) cada uno de los campos de investigación consignados y las palabras clave asociadas a cada investigación, se construyó un registro a partir de las respuestas hechas por cada investigador compuesto por el campo de investigación precisado junto con los tres niveles de la base Pascal asociados al campo, por un lado y las palabras clave dadas por el otro. En el capítulo 1 se presenta un extracto del archivo construido para el análisis por el MPA.*

*Luego de identificados los grupos o clusters por el ACS y MPA, se han construido otros indicadores para cada uno de los casos. Para el caso del ACS se regresa a los datos originales y se determinan el número de personas por país, y los niveles de escolaridad para cada grupo. Para el caso del MPA se presentan los índices de centralidad y densidad de cada grupo identificado.*

*Para tener una mejor representación geométrica, se han aislado las tres grandes áreas temáticas y construido los mapas topográficos para cada una de ellas. Finalmente se han construido mapas para algunos grupos particulares*

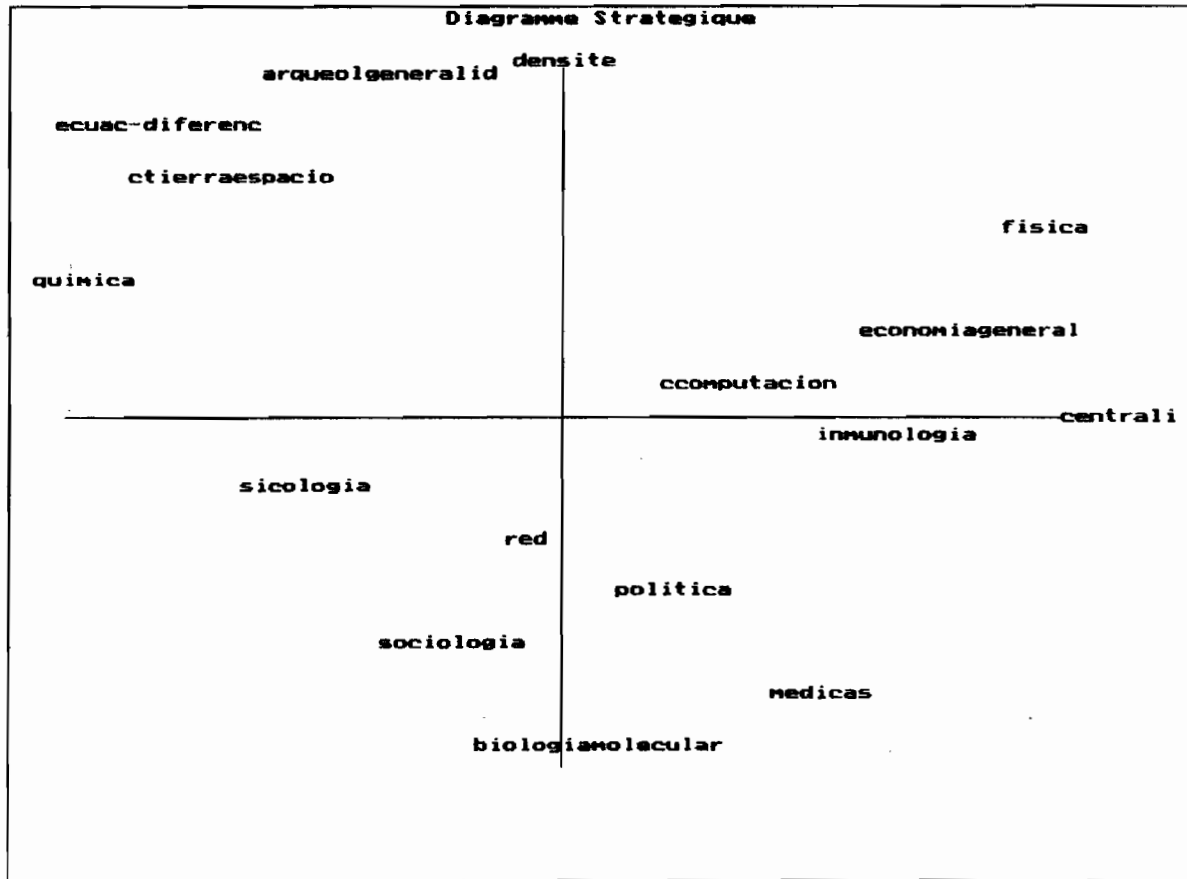
# Mapa 6.11 Representación topográfica de la investigación



La cartografía generada por el ACS permite establecer tres núcleos temáticos de las investigaciones en curso bien diferenciados: ciencias sociales y humanas (parte superior del mapa), las ciencias de la computación (parte inferior derecha del mapa) con la presencia de las ciencias básicas (física, química, matemáticas) y las ciencias médicas y biológicas. En el primer núcleo hay una relativa continuidad temática que va de los estudios sobre el suelo en su versión económica a la filosofía, pasando por el urbanismo, la economía industrial, el derecho y las ciencias políticas.

## Mapa 6.12

### Representación estratégica de la investigación



La representación estratégica muestra las posiciones que las temáticas investigativas ocupan según la densidad y la centralidad. La física, que se diferencia poco desde el punto de vista de las formaciones académicas, mantiene una posición central por su vinculación con otras temáticas investigativas. Por el contrario, la química aparece como más centrada sobre sí misma alrededor de temáticas relativamente desarrolladas. La representación de las ciencias sociales es relativamente débil en todo aspecto.



Tabla 6.11

Distribución de áreas de investigación por países

	Ale	Arg	Aus	Aut	Bel	Bra	Can	Esp	Fra	Hun	Isr	Ita	Jap	Mex	NZ	Pol	Pri	Rus	Sue	Sui	UK	USA	Ven	TOTAL
Arqueologia	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	8
Arquitectura	2	0	0	0	3	0	0	5	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	3	0	19
Biologia	1	5	2	1	10	0	1	5	7	1	1	2	2	3	1	0	6	0	2	1	17	22	4	94
CComputacion	4	0	1	0	1	0	0	8	8	0	0	0	3	0	0	0	1	0	3	1	6	12	1	49
CEducacion	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	7
CJuriPoli	1	0	0	0	1	0	1	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	12
CTierra	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	2	5	0	14
Economia	1	3	1	0	1	0	0	1	2	0	0	2	3	2	0	0	0	0	2	3	8	4	0	33
Filosofia	2	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Fisica	1	3	0	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	4	0	0	0	1	0	3	0	5	2	23
Literatura	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	3	0	8
Matematica	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	4	0	11
Medicina	1	3	0	0	1	0	0	3	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	3	1	3	11	1	31
Nuerociencias	1	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	9
Quimica	1	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	1	0	2	12
Sicologia	2	3	1	0	1	0	1	2	2	0	0	1	0	1	0	1	2	0	1	1	0	2	0	21
Sociologia	1	0	0	0	1	0	0	2	3	0	0	0	1	3	0	0	0	0	1	0	1	6	0	19
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>23</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>45</b>	<b>82</b>	<b>10</b>	<b>376</b>

La distribución de las investigaciones en la red Caldas según áreas y países de realización permite encontrar el perfil de la actividad investigativa por país (lectura por columnas) y la distribución geográfica de las investigaciones en cada una de las 17 áreas (lectura según las filas). La mayor actividad investigativa se tiene en biología, seguida por las Ciencias de la computación y se realiza en Europa (50% y 63% del total, respectivamente). En América Latina se hace el 23% de todas las investigaciones reportadas, y se concentra en Argentina, México, Puerto Rico y Venezuela. El Brasil está muy poco representado y la razón puede ser que allí la estructuración de la red Caldas estaba poco desarrollada y la información allegada fue muy limitada.

**Tabla 6.12****Distribución de los niveles escolares de los investigadores según países**

Nombre Pais	Doctorado	Est. Doctorado	Postgrado	Pregrado	TOTAL
Ale	2	14	3	4	23
Arg	1	4	8	4	17
Aus	3	3	0	0	6
Aut	0	0	1	0	1
Bel	2	14	4	3	23
Bra	1	1	0	0	2
Can	1	3	2	0	6
Esp	9	20	3	4	36
Fra	9	20	4	3	36
Hun	0	0	1	0	1
Isr	0	0	0	1	1
Ita	1	4	3	0	8
Jap	2	4	5	0	11
Mex	5	4	4	4	17
NZe	2	0	0	0	2
Pol	0	2	0	0	2
Pri	6	2	8	0	16
Rus	0	1	2	0	3
Sue	1	6	7	2	16
Sui	2	5	3	2	12
UK	8	31	5	1	45
USA	28	32	15	7	82
Ven	2	5	3	0	10
<b>TOTAL</b>	<b>85</b>	<b>175</b>	<b>81</b>	<b>35</b>	<b>376</b>

El 47% de las investigaciones en curso la realizan estudiantes de doctorado, presumiblemente en el marco de sus trabajos de tesis. El 22% lo es por quienes ya han obtenido su título de doctor. Los niveles inferiores de escolaridad corresponden al 31%.

**Tabla 6.13****Distribución de las áreas de investigación según niveles escolares**

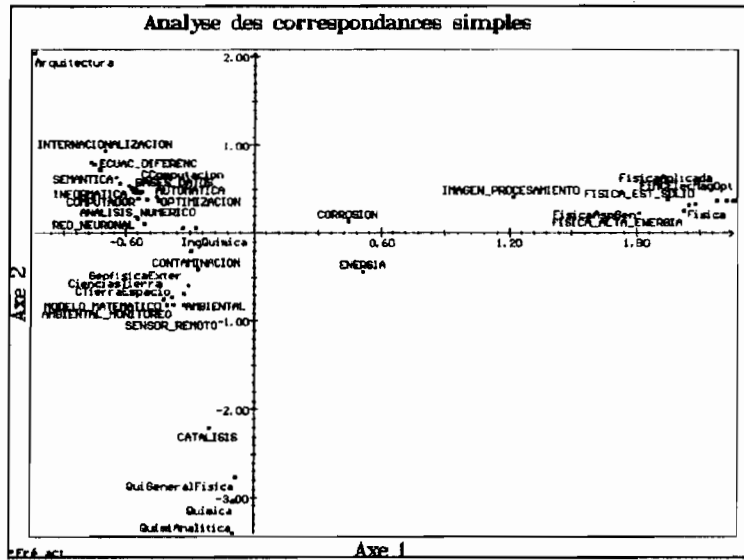
Nombre cluster	Doctorado	Est. Doctorado	Postgrado	Pregrado	TOTAL
Arqueologia	2	4	1	1	8
Arquitectura	5	8	4	2	19
Biologia	19	48	17	10	94
CComputacion	12	24	9	4	49
CEducacion	1	2	3	1	7
CTierra	4	7	2	1	14
Economia	6	12	13	2	33
Filosofia	2	4	0	0	6
Fisica	4	16	3	0	23
Literatura	2	4	2	0	8
Matematica	4	6	0	1	11
Medicina	9	10	7	5	31
Nuerociencias	3	4	1	1	9
Quimica	4	4	3	1	12
Sicologia	3	9	7	2	21
Sociologia	5	5	5	4	19
CJuriPoli	0	8	4	0	12
<b>TOTAL</b>	<b>85</b>	<b>175</b>	<b>81</b>	<b>35</b>	<b>376</b>

La definición de la variable cluster, que recorre todos los cluster encontrados por el ACS permitió asignarle los individuos que los conforman y establecer los niveles de escolaridad que han alcanzado. La lectura por filas permite entonces apreciar las cualidades académicas de quienes tienen una actividad investigativa en cada una de las áreas representadas por los cluster.

# Representación topográfica de grandes áreas

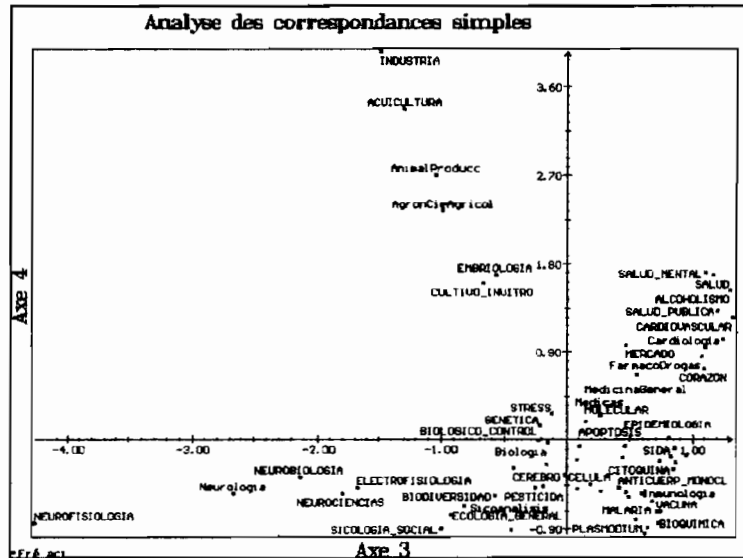
Mapa 6.13

## Area de ciencias exactas y tecnología



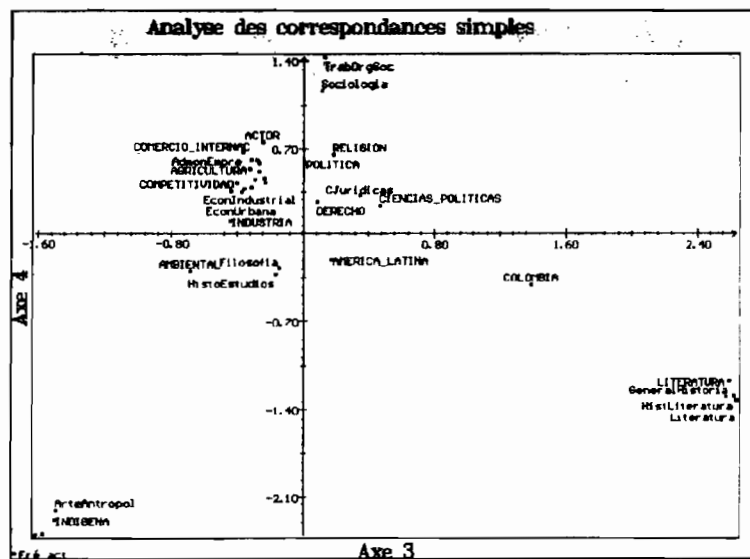
Mapa 6.14

## Area de ciencias médicas y biológicas



## Mapa 6.15

### Area de ciencias sociales y económicas

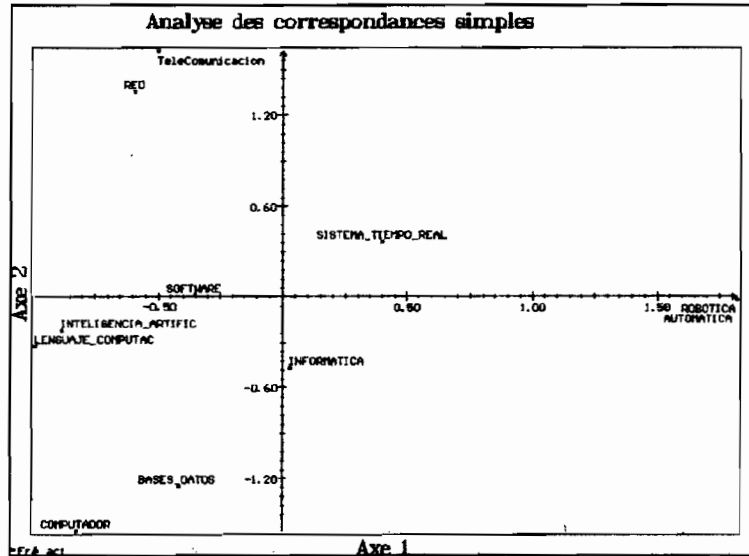


La agregación de los cluster encontrados por el ACS según las tres grandes áreas permitió especificar la situación particular de la investigación en la red Caldas en cada una de ellas. En el área de Ciencias exactas y tecnología hay una mayor densidad relativa en las ciencias del computador y en la física aplicada y una escasa representación de investigaciones en el área tecnológica. En las Ciencias médicas y biológicas hay una relativa concentración de trabajos en las ciencias médicas, la inmunología y la biología, en tanto que las Ciencias sociales y económicas la hay en la Economía industrial, la Economía urbana y la Administración de empresas, por una parte, y en la Literatura, por otra. La interpretación de estas asociaciones, exige, sin embargo, un conocimiento más calificado por parte de los especialistas.

# Representación topográfica de la investigación en algunas áreas

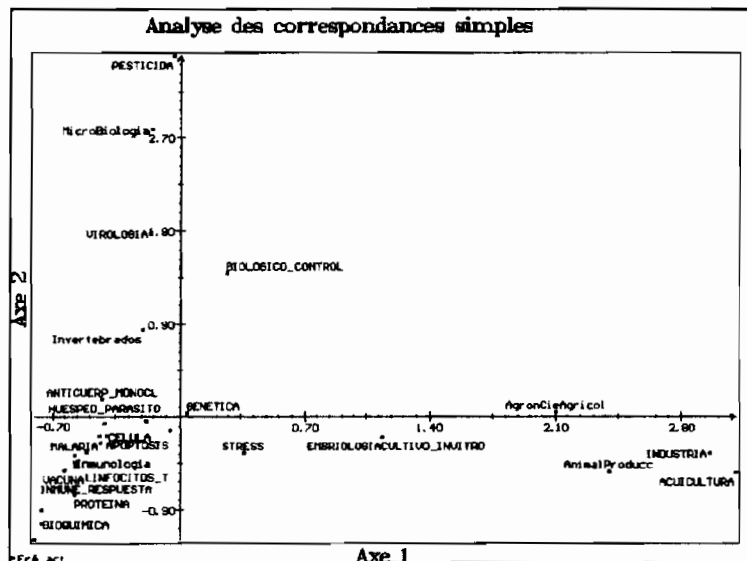
Mapa 6.16

## Area de informática y electrónica



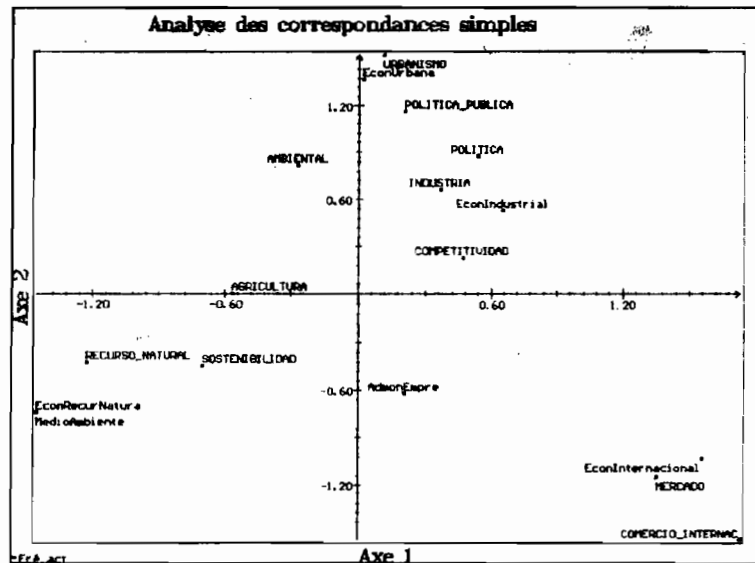
Mapa 6.17

## Area de Biología



## Mapa 6.18

### Area de Economía



Una mayor especificación se logra cuando se selecciona un único cluster. (La definición de los filtros que permiten seleccionar según características específicas permite obtener un efecto de acercamiento, mayor especificación, o una apreciación de conjunto, mayor generalidad). Se seleccionaron tres cluster representativos en cada una de las grandes áreas. Nuevamente se encuentra que la mayor densidad de trabajos de investigación se encuentra en el área de biología, con investigaciones en inmunología, malaria, vacunas, inmunología molecular. En Economía los trabajos son mucho más dispersos, al igual que en Informática y electrónica, con trabajos más o menos puntuales en robótica y automática, en telecomunicaciones.

## Relaciones internas de las áreas más destacadas

Gráfico 6.26

Física

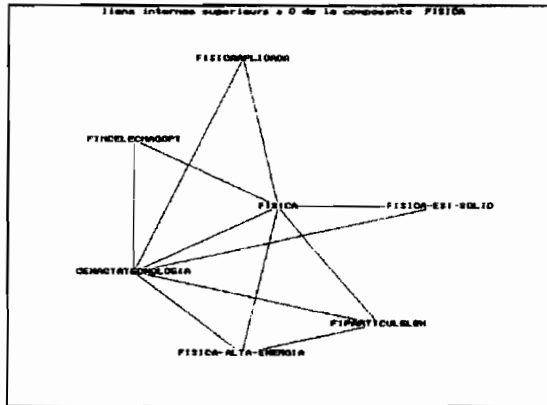


Gráfico 6.28

Ciencias de la computación

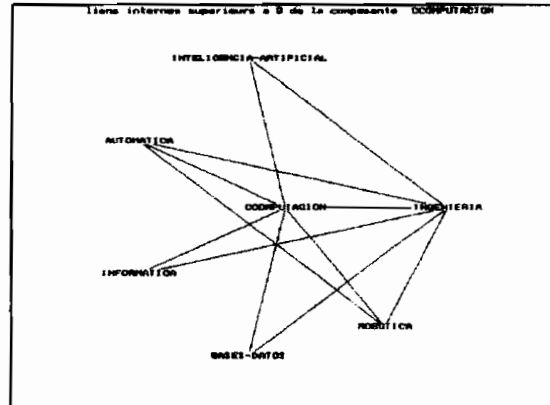


Gráfico 6.27

Ciencias económicas y administrativas

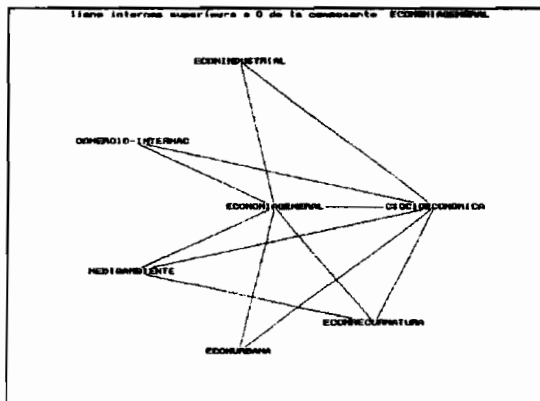
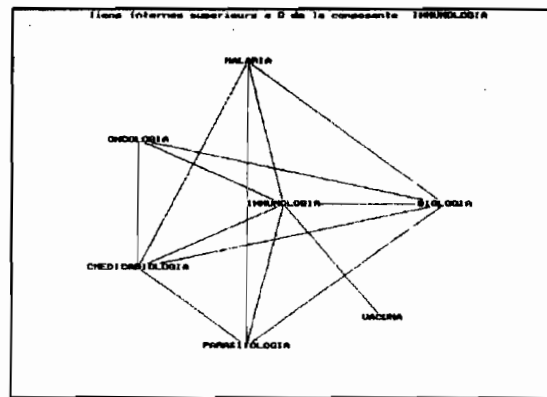


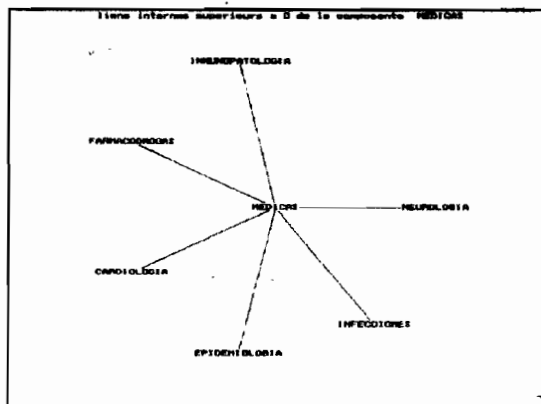
Gráfico 6.29

Inmunología

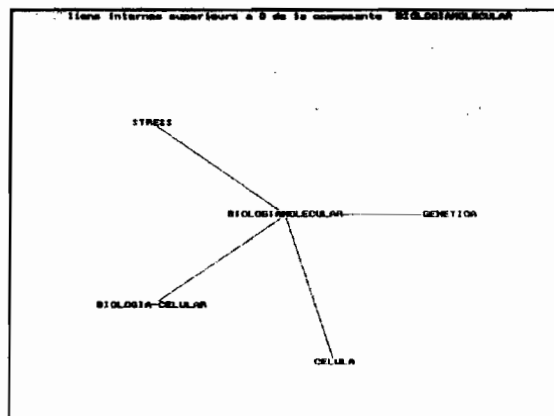




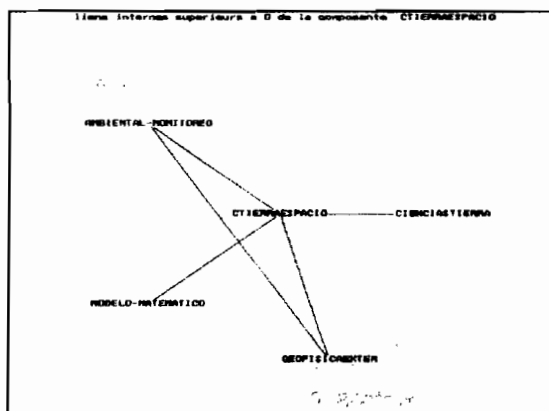
**Gráfico 6.30**  
**Ciencias Medicas**



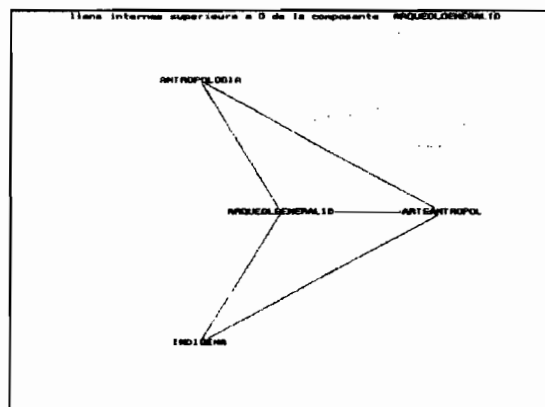
**Gráfico 6.33**  
**Biologia Molecular**



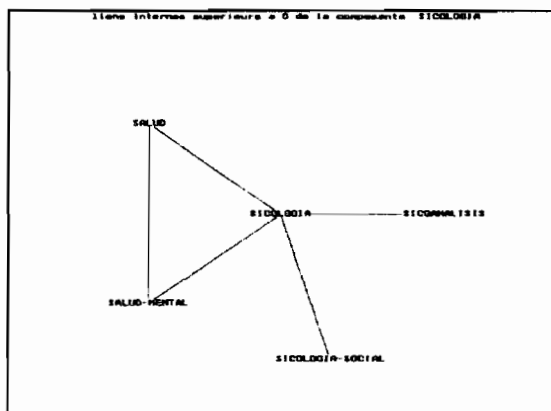
**Gráfico 6.31**  
**Ciencias De la Tierra**



**Gráfico 6.34**  
**Area de Arqueología**



**Gráfico 6.32**  
**Sicologia**



Con base en la aplicación del MPA al archivo normalizado de investigaciones se seleccionaron 9 de los clusters más representativos. La estructura de sus relaciones internas muestra las asociaciones entre las subtemáticas en las investigaciones.

**Tabla 6.35**

**Síntesis de las temáticas de investigación en la red  
Caldas.**

**Método de las palabras asociadas**

	<b>Nombre</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
{1}	Física	23	7	12	34	35
{2}	Economiageneral	27	7	12	30	29
{3}	Ccomputacion	30	7	12	27	17
{4}	Inmunología	19	7	14	26	27
{5}	Médicas	43	7	6	9	18
{6}	Ctierraespacio	14	5	5	35	2
{7}	Sicología	22	5	5	21	2
{8}	Biologíamolecular	27	5	4	8	9
{9}	Arqueolgeneralid	7	4	5	68	2
{10}	Química	12	3	3	39	1
{11}	Ecuac-diferenc	4	3	3	39	1
{12}	Red	9	3	2	13	3
{13}	Sociología	18	3	2	9	2
{14}	Política	10	3	2	10	10

**Parámetros externos : T = 7 ; t = 3 ; f = 3 ; p = 3**

- A. El número de palabras claves que definen la temática ;
- B. Número de asociaciones internas;
- C. La densidad, o valor medio de las asociaciones internas.
- D. La centralidad, o valor medio de las asociaciones externas.

La síntesis de la información derivada de la aplicación del MPA al archivo normalizado de investigaciones se ha hecho considerando los principales parámetros estadísticos encontrados para cada uno de los clusters. El número de orden, primera columna, corresponde a una clasificación en función de los valores de estos parámetros y permite señalar su importancia relativa. A partir del valor de centralidad, dado en la última columna, se puede establecer las disciplinas en las que la investigación se hace sobre problemas internos a ella (valores bajos de centralidad), y las que enfrentan problemas en las que participan o tienen otros intereses otras disciplinas (valores altos de centralidad).

## Gráfico 6.14

### Cluster No. 3 Ccomputación

Relaciones externas			Relaciones internas	
7	Ccomputación	(30) ;	7 ↔ 5 (536) ;	40 ↔ 46 (327) ;
5	Ingeniería	(56)	7 ↔ 46 (171) ;	7 ↔ 67 (167) ;
67	Robótica	(7)	7 ↔ 56 (139) ;	7 ↔ 40 (119) ;
56	Informática	(6)	7 ↔ 73 (107) ;	5 ↔ 46 (92) ;
40	Automática	(7)	5 ↔ 67 (89) ;	5 ↔ 56 (74) ;
73	Inteligencia-artificial	(57)	5 ↔ 40 (64) ;	5 ↔ 73 (57).

La explicitación de las palabras que hacen parte de los Clusters que emergen por el MPA, de sus relaciones internas y del valor que ellas toman permite encontrar con una mayor precisión las relaciones entre las palabras (entre las subtemáticas) que hacen parte de ellos. En el ejemplo presentado, Ccomputación, el número de la izquierda señala un orden en las palabras, el de la derecha entre paréntesis es el valor de la frecuencia. Las relaciones internas se muestra en el cuadro de la derecha, con los valores de los coeficientes de asociación multiplicados por mil entre paréntesis.

## **Sección 5**

### **Indicadores de formación y diferenciación disciplinaria**

*La información utilizada para esta sección proviene de la pregunta 1.4 del formulario de la encuesta. Para la organización de la información se separaron los niveles de escolaridad (pregrado, maestría, doctorado, ...) de las disciplinas. Las disciplinas fueron clasificadas en 21 grandes áreas, ver por ejemplo la tabla 6.4.2, las cuales pueden reagruparse fácilmente para obtener las 11 áreas de los programas de investigación de Colciencias. Además de los indicadores generales presentados por áreas, países, escolaridades, se ha hecho un estudio de las trayectorias escolares. Para este estudio no se tuvieron en cuenta las fechas, porque por un lado la población es muy homogénea desde el punto de vista de las formaciones y por otro lado porque parece más importante determinar el grado de interdiscipliniedad en las formaciones que han seguido los individuos, y caracterizar las disciplinas desde ese mismo punto de vista.*

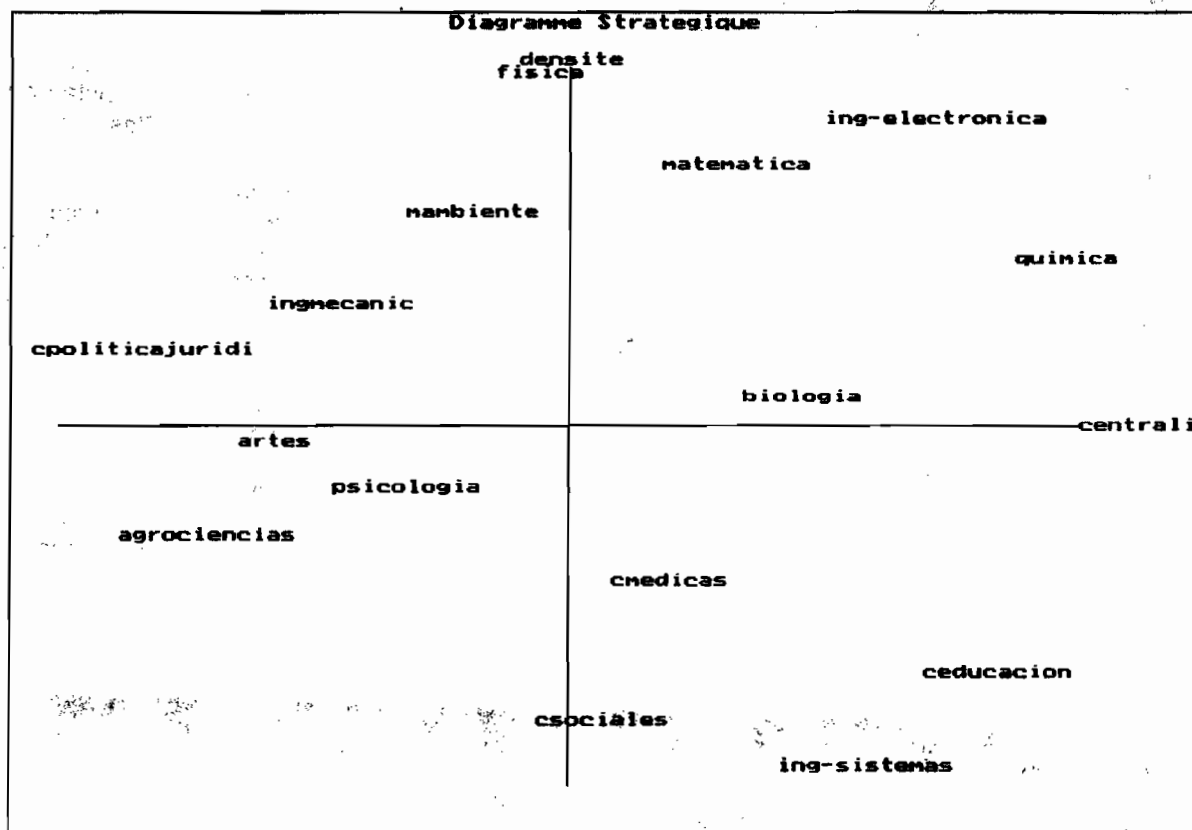
*Para los análisis los archivos fueron preparados de manera diferente que para el análisis de la investigación y de la producción bibliográfica. Cada registro corresponde a una persona y contiene la información completa de su historia escolar. Por cada título asociado al individuo se ha conservado el área y el nombre particular de la disciplina. Se han evitado repeticiones para facilitar el trabajo simultáneo del ACS y el MPA. El siguiente es un fragmento del archivo de escolaridad usado para el ACS.*

----0022  
ECONOMIA\_GENERAL CEconomicas  
----0023  
BACTERIOLOGIA Biologia  
----0024  
PSICOLOGIA\_GENERAL Psicologia  
MEDICINA\_GENERAL CMedicas  
MED\_OCUPACIONAL  
----0025  
FISICA\_GENERAL Fisica  
----0026  
BIOLOGIA\_GENERAL Biologia  
FISIOLOGIA\_VEGETAL

*Las palabras en mayúscula corresponden a la disciplina en que se han obtenido los títulos y las minúsculas al área en que esta se ubica.*

## Mapa 6.19

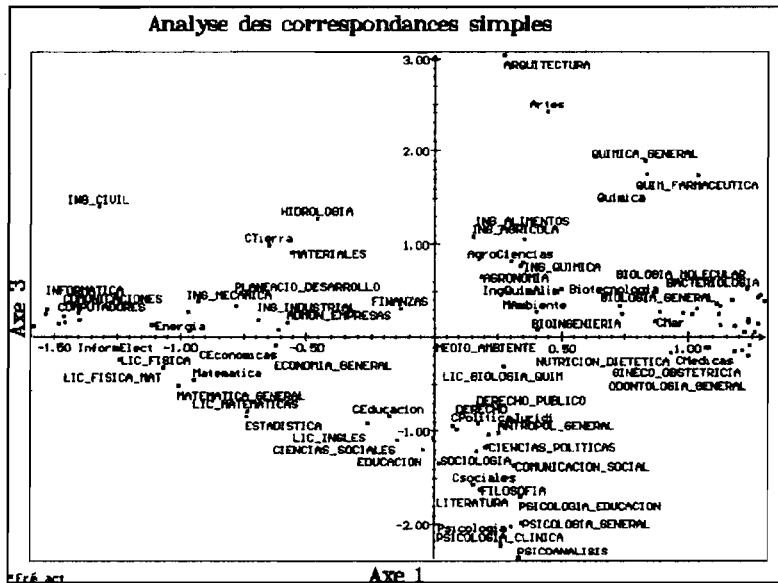
### Representación estratégica de la interdisciplinariedad



Se consideró que las trayectorias académicas a través de los estudios permiten establecer las disciplinas que tienen a) una mayor "fidelidad" a las formaciones iniciales o, b) una mayor vocación a especializarse y a relacionar con otras áreas, es decir que tienden a una diferenciación disciplinaria. En el cuadrante superior derecho se encuentran las disciplinas que establecen mayores vínculos con otras disciplinas a través de las formaciones que ha seguido el individuo, en tanto que las que se encuentran en el cuadrante izquierdo superior permanecen más cerradas sobre sí mismas. Los cuadrantes inferiores participan igualmente de estas tendencias pero las disciplinas allí ubicadas tienen una mayor dispersión disciplinaria. Más adelante se muestran las relaciones internas y externas de los diferentes cluster que muestran concretamente tanto las diferenciaciones disciplinarias como las relaciones, que a través de los estudios seguidos se anudan entre los cluster que representan las disciplinas. En la reconstrucción de las trayectorias académicas no se distinguieron los niveles de formación.

## Mapa 6.20

# Representación topográfica de formaciones en la red Caldas.



Este mapa permite establecer las distancias entre los perfiles de las disciplinas según las trayectorias de las formaciones académicas en la red: dos disciplinas cercanas geoméricamente muestran opciones tomadas en las trayectorias académicas. También puede interpretarse esta cercanía como afinidades entre disciplinas que permitirían, entonces, trayectorias posibles. Las disciplinas que aparecen más aisladas tienen menores tendencias a diferenciarse.

## Tabla 6.15

# Distribución de la formación según las disciplinas más representadas

Disciplina	Nº
FISICA_GENERAL	70
MEDICINA_GENERAL	48
BIOLOGIA_GENERAL	39
PSICOLOGIA_GENERAL	36
ING_CIVIL	32
QUIMICA	31
ECONOMIA_GENERAL	30
ING_ELECTRICA	27
INFORMATICA	26
ING_SISTEMAS	23

Disciplina	Nº
DERECHO	21
EDUCACION	20
MICROBIOLOGIA	20
BIOLOGIA_MOLECULAR	19
COMPUTADORES	19
MATEMATICA_GENERAL	19
ARQUITECTURA	17
ING_ELECTRONICA	16
SOCIOLOGIA	15
ANTROPOL_GENERAL	14

La lista y la frecuencia de aparición de los 20 disciplinas más representadas a través de los títulos adquiridos permiten apreciar la distribución de las formaciones en la red, es decir, su perfil de formaciones.

**Tabla 6.16**

**Áreas disciplinares en cada país**

Área	País																												TOTAL					
	UK	Ale	Arg	Aus	Bel	Bra	Can	Che	Chi	Col	CRI	Esp	Fra	Guy	Hol	Hun	Ind	Isr	Ita	Jap	Mex	NZe	Per	Pol	PRI	RDo	Rum	Rus		Sue	Sui	USA	Ven	
Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	8	
AgroCiencias	2	0	0	1	2	0	0	0	0	16	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	29	
Artes	0	2	0	0	2	0	0	1	0	12	0	8	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6	0	38	
Biología	6	0	0	2	12	2	2	0	2	63	1	5	10	0	1	0	0	3	0	0	2	0	0	0	3	0	0	1	0	1	0	6	0	142
Bioteconología	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	23	3	9	
CEconómicas	13	2	1	1	0	0	0	1	1	34	0	0	1	0	1	0	0	0	1	3	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	22	1	86	
CMar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Cmedicas	13	4	7	1	4	1	1	0	0	61	0	2	6	0	0	0	0	0	3	3	1	0	0	0	1	1	1	1	3	0	21	2	137	
CPoliticaJuridi	5	4	0	0	5	0	0	0	0	18	0	1	11	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	0	56	
Csociales	4	7	0	0	5	2	2	0	4	23	0	9	7	0	0	1	0	5	1	2	0	0	0	0	3	0	0	1	5	1	23	0	105	
CTierra	2	0	0	0	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7	0	18	
Educacion	2	3	0	0	0	0	0	0	0	29	0	6	6	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	11	0	62	
Energia	0	4	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8	0	29	
Fisica	0	1	3	0	1	0	3	1	0	33	0	3	0	0	0	0	0	2	0	7	0	0	0	2	0	0	1	0	3	11	2	73		
InformElect	10	6	0	1	1	0	1	0	0	42	0	8	22	0	1	0	0	0	0	4	1	0	0	0	2	0	0	4	1	1	14	0	119	
IngCivil	1	3	0	0	1	0	0	0	0	16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	1	0	2	4	0	33	
IngMecanic	2	3	0	1	0	1	0	0	0	14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	0	29	
IngQuimAlim	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	15	
MAmbiente	0	3	0	0	0	0	0	0	0	5	1	8	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2	29	
Matematica	1	2	0	0	1	1	1	0	0	12	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	31	
Psicologia	0	2	4	2	1	0	0	0	0	23	0	5	8	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	1	0	0	1	2	2	5	0	61	
Quimica	5	1	0	0	2	0	0	0	0	16	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	2	0	3	7	4	47		
<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>47</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>38</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>447</b>	<b>3</b>	<b>66</b>	<b>80</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>19</b>	<b>15</b>	<b>23</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>21</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>195</b>	<b>15</b>	<b>1157</b>	

Aquí se consideraron 22 áreas disciplinares para tener una mayor apreciación de los perfiles disciplinares por países, que se pueden apreciar leyendo las columnas o la distribución en la red de estas áreas, haciendo las lecturas según las filas. Es posible, reagrupar estas 22 áreas según los 11 programas de Colciencias, más el área de Artes. Es posible también establecer los países que son más seleccionados para seguir formaciones en áreas específicas.

**Tabla 6.17**

**Distribución de los grados obtenidos según los países de adquisición**

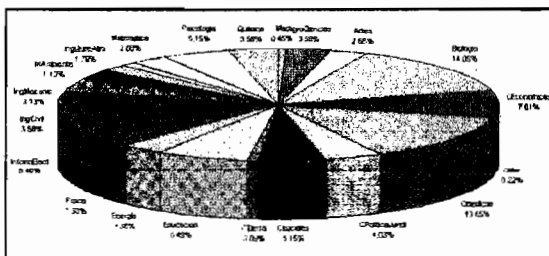
País	Nivel Escolar					TOTAL
	Doctorado	Especialización	EstDoctorado	Maestría	Pregrado	
UK	7	2	33	18	8	68
Ale	5	4	16	10	12	47
Arg	2	2	4	7	0	15
Aus	2	0	3	3	1	9
Bel	2	0	14	14	8	38
Bra	1	0	1	4	1	7
Can	2	1	3	4	2	12
Che	0	0	0	2	1	3
Chi	1	1	0	2	3	7
Col	1	21	0	81	344	447
CRi	0	0	0	1	2	3
Esp	12	3	20	19	12	66
Fra	19	2	21	22	16	80
Guy	0	0	0	1	0	1
Hol	0	0	0	2	1	3
Hun	0	0	0	1	0	1
Ind	0	0	0	1	0	1
Isr	1	0	0	2	0	3
Ita	1	1	4	10	3	19
Jap	2	1	4	8	0	15
Mex	4	1	4	9	5	23
NZe	2	0	0	1	0	3
Per	0	0	0	0	1	1
Pol	0	0	2	1	3	6
PRi	1	0	2	13	5	21
RDo	0	0	0	0	1	1
Rum	0	0	0	0	1	1
Rus	3	0	2	4	6	15
Sue	1	0	5	6	4	16
Sui	1	0	5	3	6	15
USA	47	11	34	60	43	195
Ven	1	0	5	6	3	15
<b>TOTAL</b>	<b>118</b>	<b>50</b>	<b>182</b>	<b>315</b>	<b>492</b>	<b>1157</b>

Esta Tabla muestra los lugares de adquisición de los títulos académicos poseídos por quienes respondieron a la encuesta. Se consideró aún el nivel de pregrado, lo que explica que haya un total de 1157 de títulos poseídos. Europa es el área geográfica más importante de formación postgraduada de los miembros de la red. El 45% de los títulos de doctorado ha sido allí adquirido y el 68% de los estudiantes de postgrado realizaban, en el momento de responder la encuesta, allí sus estudios. En Europa se ha realizado el 49% de los estudios de maestría obtenidos en el exterior.

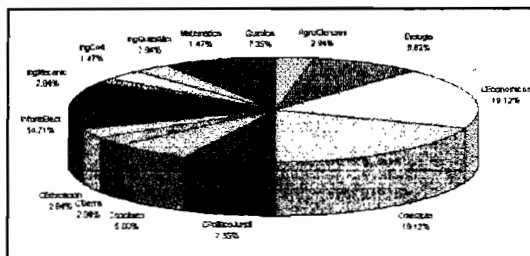


# Titulacion por áreas

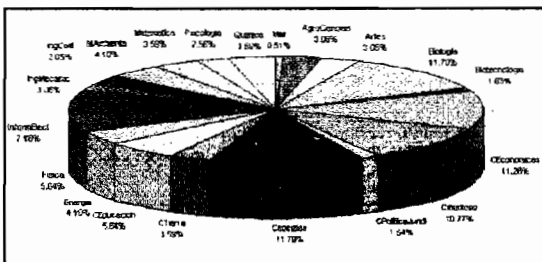
**Gráfico 6.36  
Colombia**



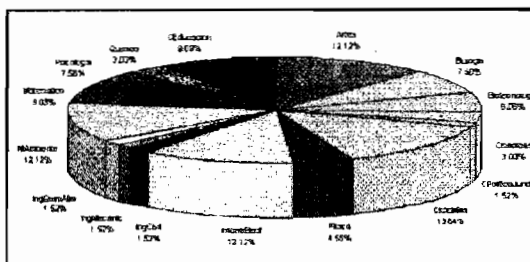
**Gráfico 6.39  
Reino Unido**



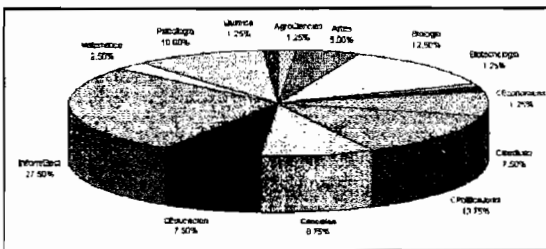
**Gráfico 6.37  
Estados Unidos**



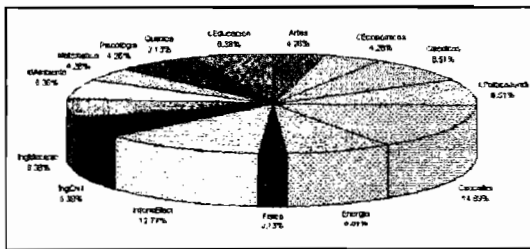
**Gráfico 6.40  
España**



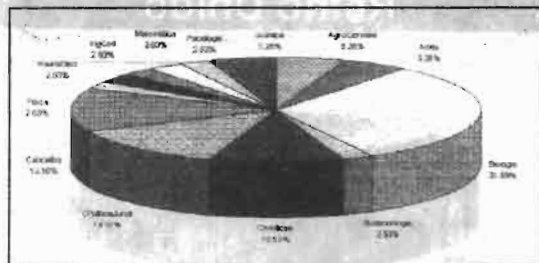
**Gráfico 6.38  
Francia**



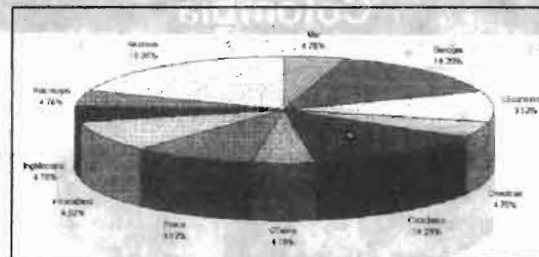
**Gráfico 6.41  
Alemania**



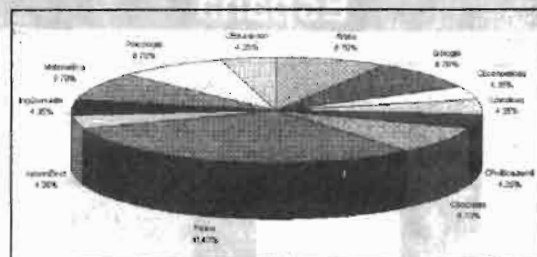
**Gráfico 6.42**  
**Bélgica**



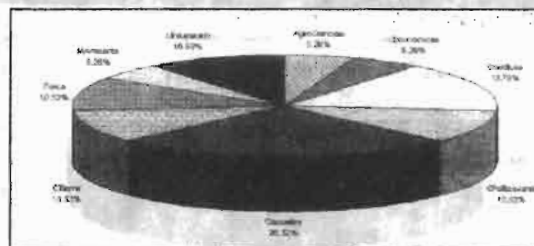
**Gráfico 6.44**  
**Puerto Rico**



**Gráfico 6.43**  
**México**



**Gráfico 6.45**  
**Italia**

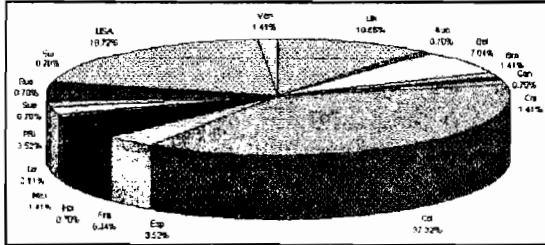


Los Gráficos 6.36 a 6.45 muestran la distribución de los formaciones según 22 áreas del conocimiento en los diez países más representativos. Se tomaron todos los títulos poseídos sin distinguir los niveles de formación ni la secuencia en las trayectorias académicas.

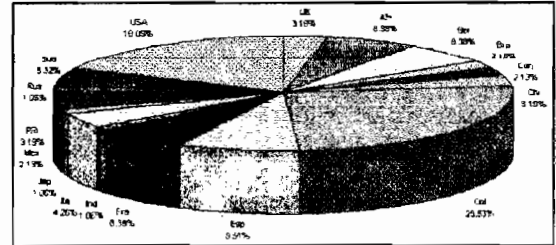


# Titulacion por países

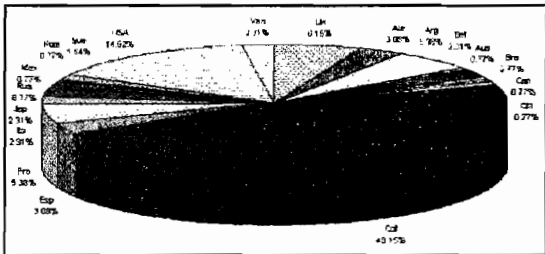
**Gráfico 6.46**  
**Biología**



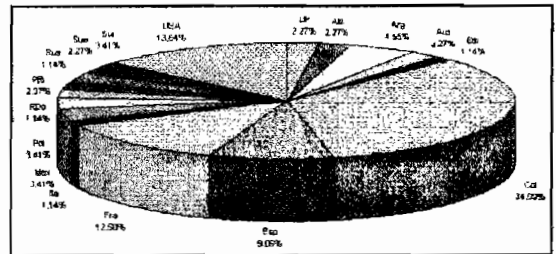
**Gráfico 6.49**  
**Ciencias sociales**



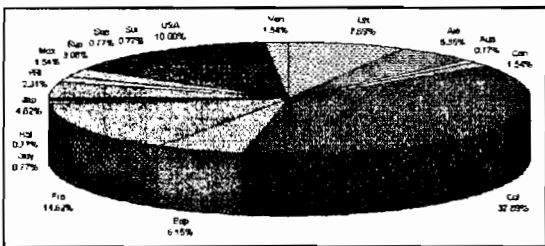
**Gráfico 6.47**  
**Ciencias medicas**



**Gráfico 6.50**  
**Sicología**



**Gráfico 6.48**  
**Informática y electrónica**



**Gráfico 6.51**  
**Ciencias económicas**

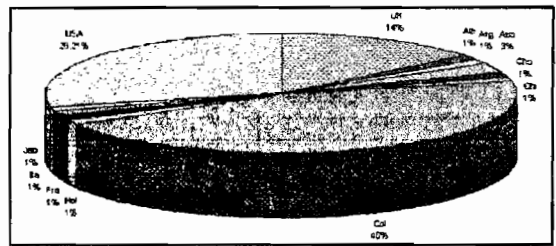


Gráfico 6.52

Física

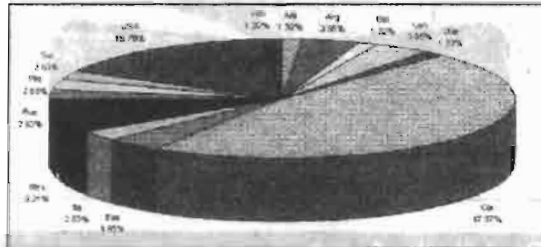


Gráfico 6.54

Química

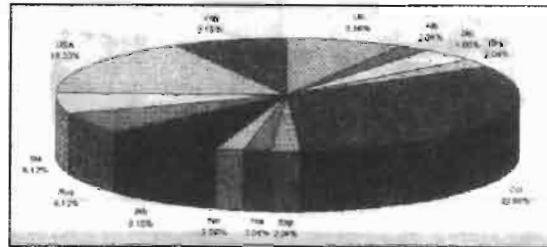


Gráfico 6.53

Ciencias políticas

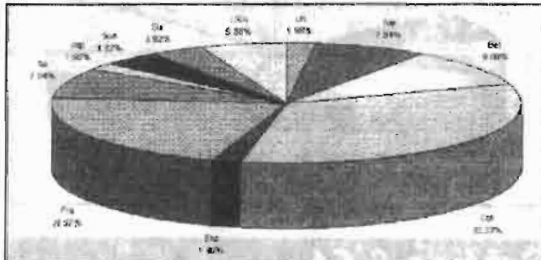
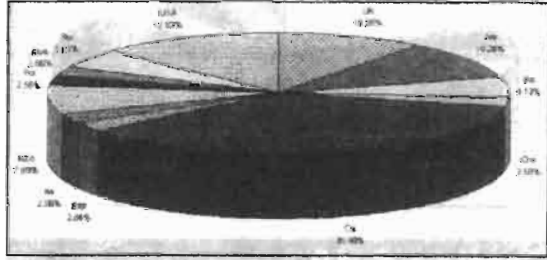


Gráfico 6.55

Ingeniería civil

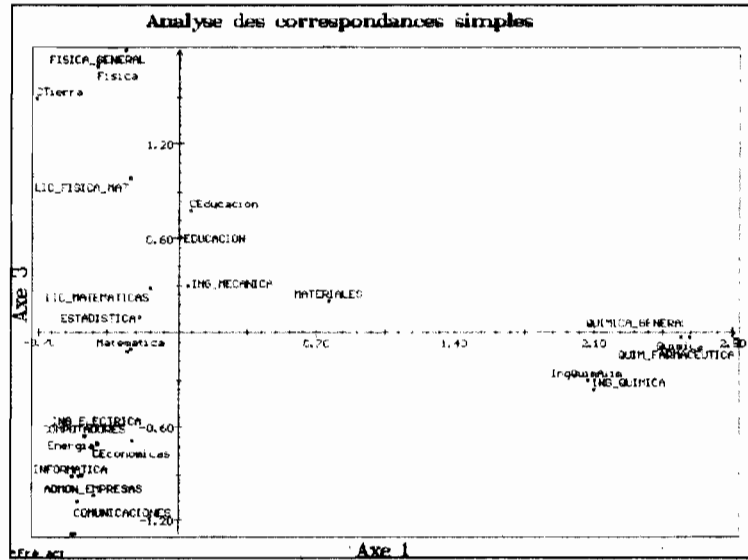


La distribución de los grados obtenidos en las diez áreas del conocimiento más representativas según los países permite establecer las diferentes tradiciones que alimentan a cada una de estas áreas. Así, por ejemplo, la tradición anglosajona es determinante en el área de las ciencias económicas, en tanto que en las ciencias políticas habría una mayor integración de los aportes europeos. En el contexto latinoamericano es Venezuela el país que tiene una mayor representación general.

# Representación topográfica de las grandes áreas

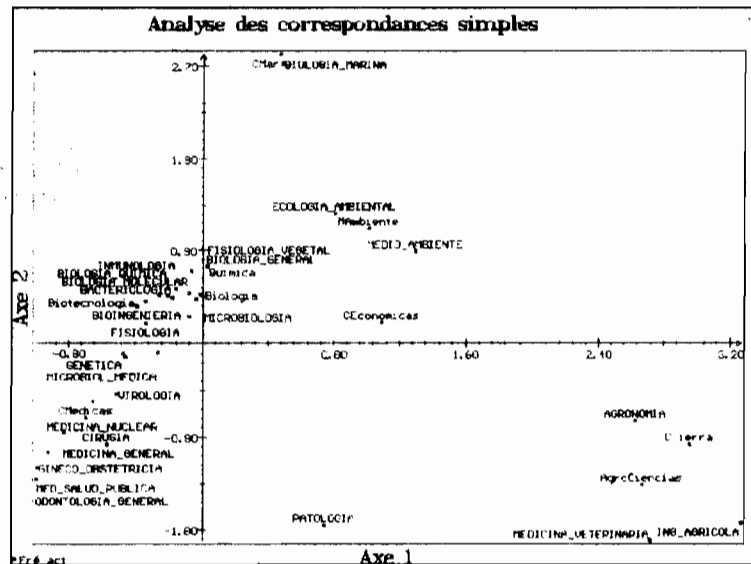
Mapa 6.21

## Area de ciencias exactas y tecnología



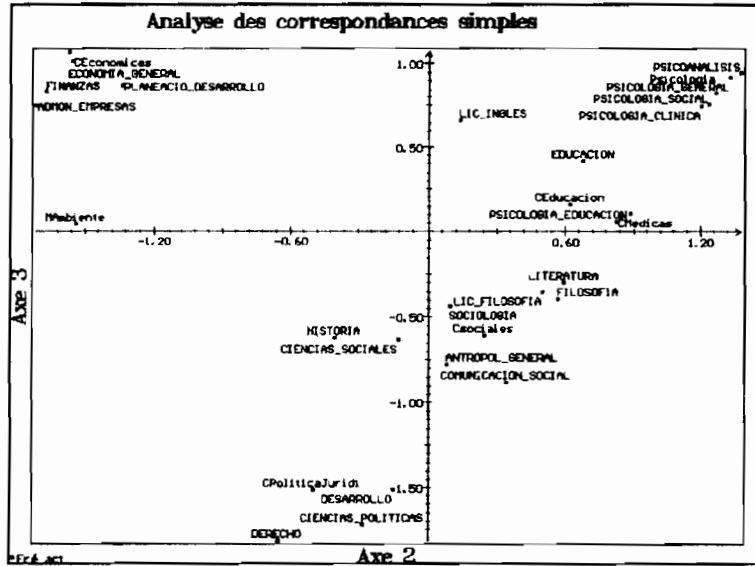
Mapa 6.22

## Area de ciencias medicas y biológicas



## Mapa 6.23

### Area de ciencias sociales y económicas

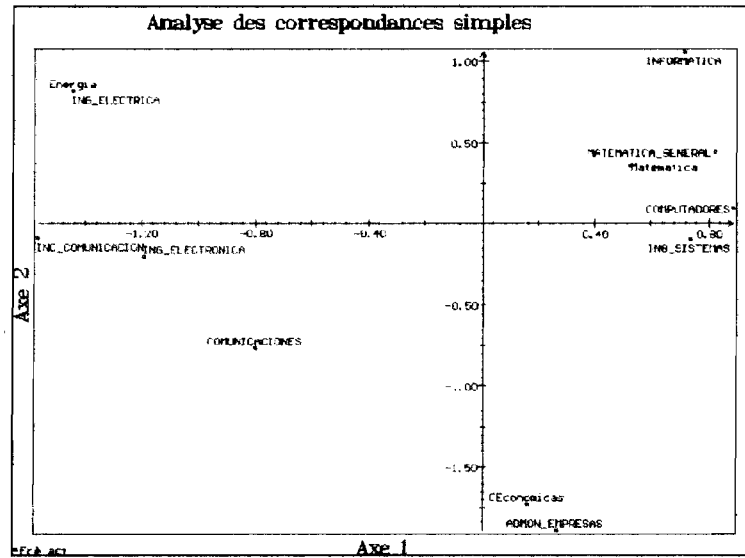


La aplicación del MCS dio lugar a la representación topográfica de las formaciones en la red Caldas (Mapa 6.21), y a la ubicación de 23 clusters. La agrupación de los cluster según su pertenencia a cada una de las tres grandes áreas permitió especificar su representación topográfica independiente. En la elaboración de estos mapas se eliminaron las disciplinas que estaban mal representadas: Ingeniería civil, en el área de Ciencias exactas y tecnología, Artes en la de Ciencias sociales y económicas. Cada uno de estos mapas hace aparecer las asociaciones disciplinarias más fuertes y las que se encuentran más aisladas. Así, por ejemplo, en el área de Ciencias médicas y biológicas se encuentra una relativa continuidad en las formaciones que va desde las actividades y los temas más prácticos (odontología, salud pública, cirugía, extremo inferior izquierdo) a las formaciones básicas más orientadas a problemas teóricos o en relación con otras disciplinas (biología molecular, inmunología, fisiología vegetal, medio ambiente). Otras disciplinas se presentan más aisladas y con menos relaciones: ciencias de los materiales en el área tecnológica, agronomía en las ciencias biológicas, medio ambiente en las ciencias sociales y económicas.

# Representación topográfica de algunas áreas

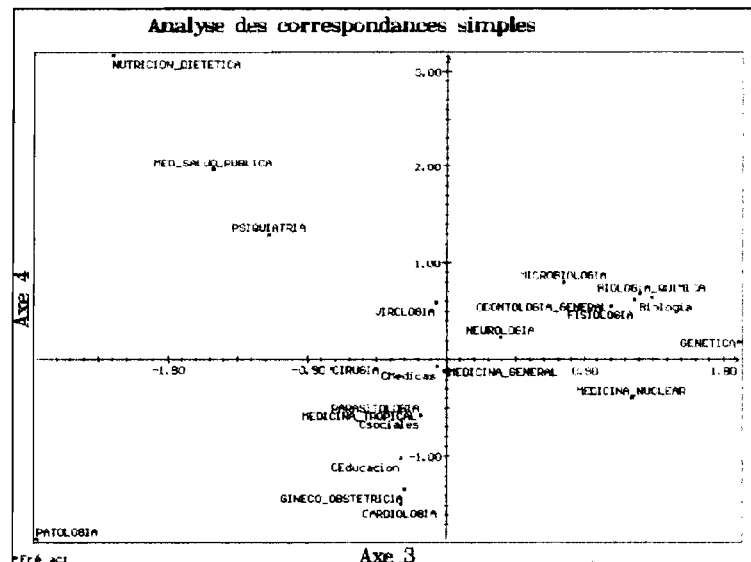
Mapa 6.24

## Area de informática y electrónica



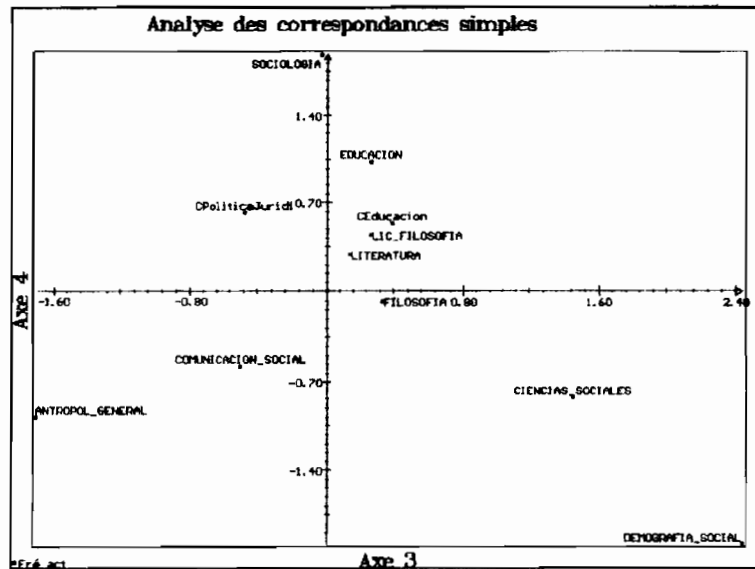
Mapa 6.25

## Area de ciencias médicas



## Mapa 6.26

### Area de ciencias sociales

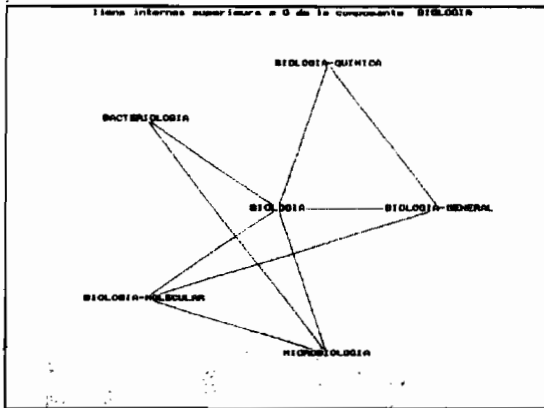


La representación topográfica de los clusters generados por el MCS permite mostrar su estructuración interior mostrando las distancias entre las diferentes disciplinas que lo conforman. Se escogió un cluster en cada una de las tres grandes áreas. Esta aproximación permite establecer más finamente las cercanías relativas entre las disciplinas. Así, por ejemplo, hay una relativa lejanía, entre la sociología y la antropología o la demografía, pero la primera está más cercana a la educación (Mapa 6.26).

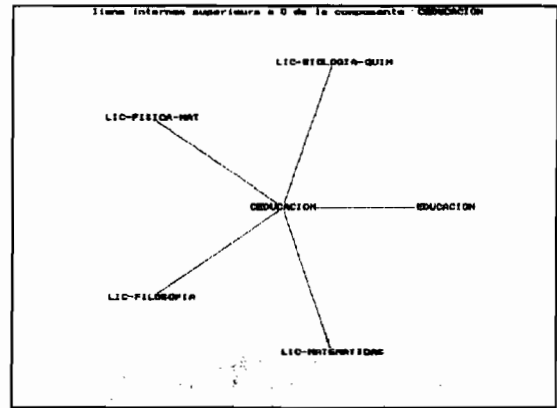


# Representación estratégica de algunas áreas

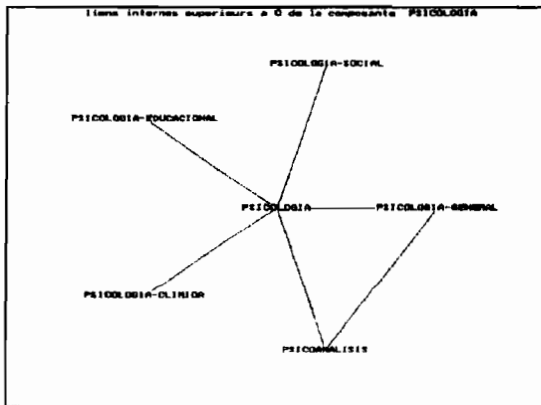
**Gráfico 6.56**  
**Biología**



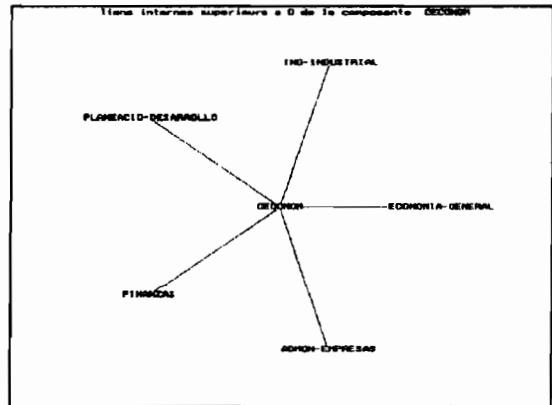
**Gráfico 6.58**  
**Ciencias de la educación**



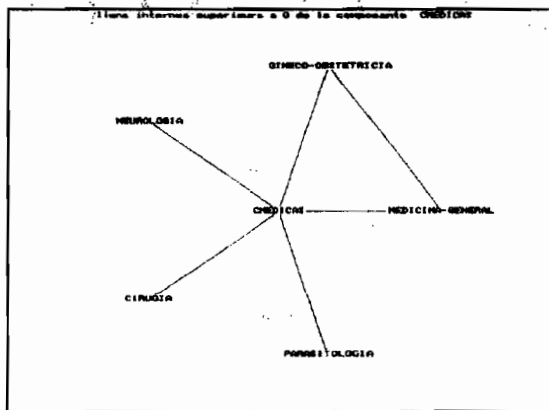
**Gráfico 6.57**  
**Psicología**



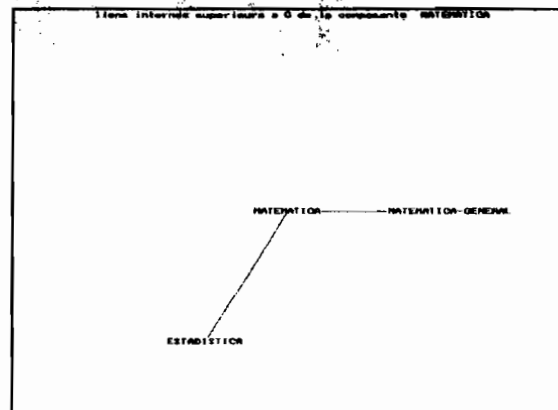
**Gráfico 6.59**  
**Ciencias económicas**



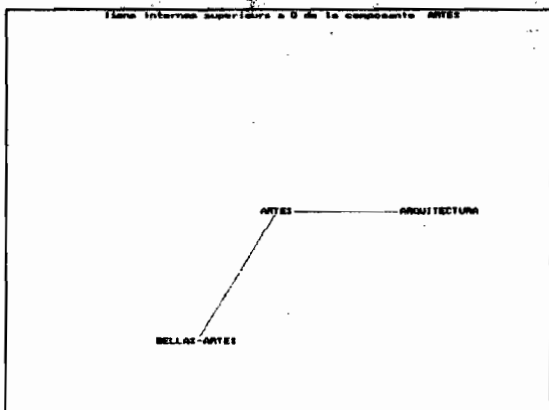
**Gráfico 6.60**  
**Ciencias medicas**



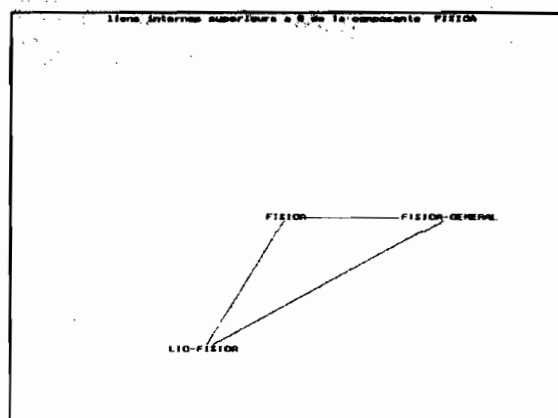
**Gráfico 6.62**  
**Matemáticas**



**Gráfico 6.61**  
**Artes**



**Gráfico 6.63**  
**Física**



La representación de las áreas generados por el MPA (los cluster) permite establecer su estructuración interior. Aquí cada relación interna entre las subtemáticas (las palabras que pertenecen al área o cluster ubicado) tiene un valor dado por el índice de asociación. Se escogieron áreas cuyas estructuras son más representativas. Las estructuras en estrella indican una mayor dispersión en la diferenciación disciplinaria (caso de las Ciencias de la educación), en tanto que las que tienen una mayor densidad relativa de asociaciones muestran mayor asociación entre las subtemáticas (caso de la biología, por ejemplo).

**Tabla 6.18**

**Ejemplos de diferenciación de disciplinaria en la red Caldas**

	<b>Biología (Cuadrante I)</b>	<b>Física (Cuadrante II)</b>	<b>Psicología (Cuadrante III)</b>	<b>Ceducación (Cuadrante IV)</b>
<b>Diferenciación disciplinaria en</b>	Cmedicas (196) Mambiente (153) Agrociencias (12) Química (5)	Ceducación (102) Ing-electrónica(8)	Ceducación (102) Csociales (29) Cmédicas (5)	Matemática (586) Psicología (127) Física (102) Csociales (94) Cmédicas (5)

Las relaciones externas entre las áreas disciplinarias permiten establecer tanto su nivel de diferenciación, dado por los valores de las relaciones que mantienen entre sí las áreas (dados entre paréntesis en la tabla), como encontrar las áreas que se diferencia disciplinariamente, como se lee en cada una de las columnas. Así, por ejemplo, biología se diferencia en ciencias médicas, medio ambiente, agrociencias y química, con grados de diferenciación decreciente. Los cuadrantes están referidos al mapa 6.3.

**Tabla 6.19**

**Síntesis de las agrupaciones disciplinarias según las formaciones en la red Caldas  
Método de las palabras asociadas**

Orden	Nombre	Frecuencias	A	B	C	D
{1}	Biología	77	6	9	23	1
{2}	Psicología	30	6	6	21	9
{3}	Ing-electrónica	14	6	10	32	9
{4}	Csociales	54	6	5	10	2
{5}	Ceducación	44	6	5	12	9
{6}	Ceconómicas	54	6	5	14	5
{7}	Cmédicas	76	6	6	14	5
{8}	Cpolíticajurid	28	5	3	24	0
{9}	Agrociencias	17	4	3	17	0
{10}	Química	25	4	4	28	9
{11}	Mambiente	19	3	2	22	0
{12}	Artes	19	3	2	29	6
{13}	Matemática	19	3	2	29	6
{14}	Ingmecánica	17	3	2	25	0
{15}	Física	33	3	3	39	1
{16}	Ing-sistemas	20	3	2	5	8

Parámetros externos :  $T = 6 ; t = 3 ; f = 3 ; p = 3$

- A. El número de palabras claves que definen la temática
- B. Número de asociaciones internas
- C. La densidad, o valor medio de las asociaciones internas
- D. La centralidad, o valor medio de las asociaciones externas (multiplicada por cien).

En esta Tabla se presentan todas las áreas disciplinarias o cluster encontrados (el nombre corresponde a la palabra más representativa), se dan los diferentes parámetros estadísticos de cada uno de ellos y los parámetros externos que se fijaron para aplicar el MPA. En la tercera columna se da la frecuencia de aparición que la palabra tiene en el archivo normalizado. La columna de la centralidad permite conocer las áreas que se diferencian más (psicología, ingeniería electrónica) y las que se diferencian poco o nada (física, artes por ejemplo).

## INDICE DE ABREVIATURAS

### Abreviaturas de países.

Abreviatura	Pais
Ale	Alemania
Arg	Argentina
Aus	Australia
Aut	Austria
Bel	Belgica
Bra	Brasil
Can	Canada
Che	Checoslovaquia
Chi	Chile
Col	Colombia
CRi	Costa Rica
Esp	España
Fra	Francia
Guy	Guyana
Hol	Holanda
Hun	Hungria
Ind	India
Isr	Israel
Ita	Italia
Jap	Japon
Mex	Mexico
NZe	Nueva Zelanda
Per	Peru
Pol	Polonia
PRi	Puerto Rico
RDo	Republica Dominicana
Rum	Rumania
Rus	Rusia
Sue	Suecia
Sui	Suiza
UK	Reino Unido
USA	Estados Unidos
Ven	Venezuela

## Conclusiones

### *Consideraciones previas*

*Buena parte de la literatura que ha abordado el fenómeno migratorio ha considerado particularmente dos perspectivas de análisis a lo largo del tiempo : Una asociada a la medición de los efectos económicos y políticos causados por la migración de personal altamente calificado tanto para los países de origen como para los países de destino. La segunda se ha venido refiriendo a la definición y aplicación de políticas selectivas para la atracción o desestímulo de los flujos internacionales de acuerdo con intereses estratégicos de cada país.*

*Otros estudios llaman la atención sobre la necesidad de aportar a la comprensión del fenómeno migratorio de científicos y profesionales otros elementos que influyen significativamente en la dinámica de estos flujos dejando atrás la noción simple de “fuga de talentos” vs “ganancia de talentos”. Ello implica empezar a considerar nuevas modalidades en las que fluye el conocimiento científico y que trasciende a la evidencia empírica de la movilidad de personas.*

*La política colombiana, al constituir la Red Caldas, ha sido la de estimular iniciativas científicas o de desarrollo tecnológico de los investigadores que residen en el exterior en asociación con grupos académicos nacionales. Esta política busca crear y consolidar vínculos de cooperación científica de manera deslocalizada.*

*Sin embargo habría que diferenciar por los menos dos tipos de política posibles en lo que concierne a la Red Caldas. Una tendría que considerar la condiciones internas para la recepción e incorporación de los científicos y profesionales que regresan y seleccionar las condiciones más óptimas de vinculación al sistema de educación superior o con instituciones de investigación científica pues son estos espacios los más directamente implicados con el desarrollo de la ciencia y la tecnología nacionales. La segunda estrategia de política podría orientarse con mayor claridad hacia la consolidación de la Red de investigadores en el exterior con el ánimo de interesarlos en la necesidad de fortalecer el desarrollo científico nacional y*

*encontrar con ellos modalidades deslocalizadas para estructurar el sistema de cooperación entre los grupos de investigación residentes en el país y los científicos expatriados.*

1. Los procesos de constitución y consolidación de la Red Caldas son un ejemplo de la construcción de formas de la cooperación científica a partir de las potencialidades de los intelectuales emigrados de un país en desarrollo. La participación de manera deslocalizada de los miembros de la diáspora en la estructuración de las capacidades científicas nacionales sobre la base de las relaciones establecidas y de la ubicación de las acumulaciones presentes y distribuidas en la red permiten la emergencia de nuevas solidaridades en el campo de la ciencia y la tecnología y la realización de proyectos comunes entre actores de una comunidad científica ampliada.

2. Las nociones de tejido social, de tradición científica y de acumulación, que han sido determinantes para la comprensión de los modos de constitución y de desarrollo de la ciencia y la tecnología en los países industrializados encuentran en la versión de acumulación debida a las acciones, formaciones y actividades de los miembros de la diáspora científica una nueva versión de construcción de condiciones para contribuir al desarrollo del campo de la CyT, plena de promesas y de posibilidades para la producción científica en el caso de los países en desarrollo.

3. Las dimensiones social y sociotécnica establecidas en este estudio de la red Caldas permiten entender, por una parte, la constitución y sedimentación de normas y regulaciones sociales vinculantes para orientar las relaciones sociales entre los diversos actores y, por otra, las acumulaciones de saberes, formaciones, producciones, experiencias de trabajo investigativo o profesional que constituyen los desarrollos presentes y las capacidades disponibles para establecer relaciones en el campo de la ciencia y la tecnología y para la elaboración y realización de proyectos conjuntos entre actores de la comunidad emigrada y la comunidad interior.

4. La capacidad de establecer las potencialidades y acumulaciones y de ponerlas a disposición de tal manera que devengán útiles para los diferentes actores, exige la construcción de instrumentos que hagan posible la organización, la actualización, el tratamiento de la información básica y la interpretación de la información elaborada. Instrumentos que permiten la generación de mapas dinámicos del conocimiento ya han sido construidos en este trabajo. Sin embargo, la constitución de un “centro de cálculo”, en el sentido de un lugar centralizado que permita recolectar permanentemente la información, elaborarla y ponerla a disposición para su utilización por parte de los diferentes actores, debe ser objeto de la política nacional.

5. La utilización calificada de la información producida puede permitir tomar decisiones más fundamentadas en los tres niveles de la política científica : por parte de 1) la política nacional para orientar los planes nacionales considerados estratégicos ; 2) las políticas institucionales para establecer las áreas en que cada institución puede o cree necesario desarrollar su acción en el campo de la ciencia y la tecnología y adelantar su contribución a la solución de problemas nacionales y, 3) a nivel de los investigadores y de los grupos de investigación para tener información sobre capacidades disponibles que pueden ser integradas en sus opciones investigativas.

6. La utilización de la información producida puede entonces ser potenciada si : a) el nivel de elaboración y de especialización se corresponde con las expectativas y los intereses de los diferentes actores ; b) si la información se encuentra disponible desde cualquier lugar en donde se encuentran los interesados ; c) si éstos han integrado las destrezas y las capacidades técnicas para desarrollar las consultas y hacer las interpretaciones.

7. El estudio de la red Caldas ha permitido establecer 5 tipos de contribuciones hechas por los científicos e intelectuales expatriados, sólo posibles por su misma existencia :

a) Diseño e implementación de las políticas :



- el Sistema nacional de Ciencia y Tecnología ha llamado a especialistas para participar en sus Consejos y para participar en el diseño de las políticas respectivas en cada uno de sus campos ;

- la red ha permitido contar con expertos para valorar y evaluar proyectos financiados por Colciencias. Es una reserva de experticia de la institución para la revisión por pares independientes y la evaluación de la calidad científica en los procesos de selección de proyectos ;

b) Formación en ciencia y tecnología :

- especialistas del exterior han sido invitados por cortas estadias al país para desarrollar trabajos de formación y entrenamiento en sus áreas de trabajo ;

- se ha vinculado a estudiantes graduados con instituciones en el exterior a través de los miembros de la red ;

c) Comunicación y movilización :

- nodos locales de la red han organizado encuentros científicos sobre varios temas y han invitado científicos e intelectuales colombianos a participar. Las invitaciones se extienden a otros nodos y a personas exteriores a ellos ;

- la lista R-Caldas, a la que muchos de los miembros están inscritos, es una fuente importante de informaciones compartidas sobre manifestaciones académicas en todas las áreas, ofertas profesionales, becas o pasantías disponibles en Colombia o en cualquier lugar del mundo, y de contactos, bibliografías, referencias o recursos para emprender proyectos específicos.

d) Programas y proyectos :

- algunos proyectos han comenzado a asociar a personas del exterior con personas en Colombia en áreas tales como física, biotecnología, automática, bioquímica... A menudo son proyectos de uno o varios años de duración e incluso buscan generar estructuras más permanentes como, por ejemplo, la creación de un centro académico con programa de doctorado en una universidad de provincia ;

- a partir de las listas de los miembros de los nodos locales, Colciencias ha podido construir una base central de datos sobre las capacidades emigradas presentes a nivel mundial. Esta es

una poderosa herramienta para generar nuevos proyectos en campos estratégicos para el desarrollo del país.

e) La red Caldas es una entidad que facilita el retorno y la reintegración de científicos emigrados en buenas condiciones.

Los resultados anteriores muestran que la opción diáspora es una propuesta válida para cambiar los efectos negativos de la emigración en beneficios reales y actuales. En particular, permite resolver problemas que las políticas que intentaron compensar los efectos del brain drain no lograron solucionar :

- en lugar de complicadas medidas de exención tributaria para facilitar el retorno, hace uso de transferencias -sustanciales aunque no financieras- de recursos intelectuales, técnicos, de relaciones...
- no depende de reglamentaciones de largo plazo ni de los eventuales cambios ya que es una política nacional, independiente, pragmática con dividendos inmediatos ;
- en lugar de políticas conservadoras, restrictivas hacia la comunidad local, permite la expansión de sus capacidades con base en los medios adicionales que trae la diáspora.

8. La red Caldas no es una comunidad homogénea. Las actividades de sus miembros varía desde la indiferencia hasta el compromiso, pasando por la vacilación. Hay tres círculos concéntricos : un grupo nuclear, activamente comprometido, una periferia cercana formada por quienes son favorables pero sobre quienes no hay una certeza sobre sus comportamientos, y una periferia lejana. El estudio realizado es sólo una presentación instantánea de la red en un momento de su historia, aunque la noción de acumulación permite establecer la densidad alcanzada. La distribución de los grupos puede cambiar y los individuos pueden pasar de uno a otro de acuerdo con las dinámicas de la red. Su dirección y orientación requiere de incentivos para que se generen permanentemente una atracción y una actividad..

9. El estudio de una diáspora científica como la red Caldas permite mostrar los intereses, diferenciaciones y aprendizajes que están en la base de las solidaridades que se generan y son propias de toda empresa científica. Permite igualmente la calificación de un nuevo tipo de

actores con capacidad de moverse dentro de múltiples lógicas, y, por sobre todo de la política, lo que es una imperiosa necesidad para poder orientar las decisiones en el mundo cambiante de la ciencia y la tecnología contemporáneo. Resultados intangibles del proceso de construcción y consolidación son los aprendizajes incorporados por los actores, la adquisición de las reglas vigentes y las normas implícitas que permiten negociar en mejores condiciones sus proyectos, colaborar y cooperar en empresas conjuntas con otros actores, científicos y no científicos.

10. En estrecha relación con la diáspora científica, emerge una nueva modalidad de actor que posee cualidades múltiples : a) la de actor en el conocimiento especializado particular ; b) la de político y sociólogo de la ciencia que moviliza redes investigativas locales a las que pertenece y las vincula a la comunidad científica nacional, organiza y orienta las actividades en su campo particular y participa activamente en la constitución de una infraestructura científica y organizativa nacional ; c) la de representante de una organización, lo que potencia su capacidad de negociación frente a otros organismos nacionales e internacionales.

11. Los actores de nuevo tipo que se especifican están en relación con el interés determinante en cada momento de su acción. En efecto, son diferentes las acciones generadoras de vínculos si se trata de un político de la ciencia cuando está movido por un interés científico nacional, de un representante de una institución que quiere conocer sobre el estado de la ciencia o la técnica para poder tomar decisiones sobre los frentes investigativos promisorios, de un director de investigación que quiere conocer el estado de desarrollo de una área específica para enfrentar un problema de su campo, de un jefe de industria que quiere conocer la situación de un dominio tecnológico específico con el fin de adoptar estrategias para su empresa. Así, la utilización de la información elaborada está determinada por los intereses y orienta la constitución de alianzas y cooperaciones entre los diferentes actores.

12. Son necesarias formas estructuradas de seguimiento de las dinámicas de la ciencia y la tecnología. En efecto, no basta saber sobre la existencia de competencias, sobre las formas

de negociación si no se conocen las capacidades presentes y las posibilidades de su movilización. Ellas deben tener el carácter de disponible, lo que se logra por la construcción de un “centro de cálculo”, lugar en el que convergen toda la información básica, se procesa y se pone a disposición pública. La diáspora debe entonces estar dotada de un artefacto de vigilancia científica y tecnológica, de un centro de acumulación de información que pueda ser elaborada según los intereses y las necesidades de los diversos actores. Conocer quien hace qué, cuándo, dónde y con quién debe ser una de las funciones de ese cerebro central.

13. La comprensión y conceptualización de este modelo de diáspora científica ayuda a ubicar las condiciones para su potenciación y su desarrollo. La consideración de la dimensión sociotécnica y de las relaciones que se dan entre los actores a través de los elementos del conocimiento, la constitución de acumulaciones en áreas específicas consideradas necesarias, la elaboración de programas científicos nacionales pueden alcanzarse como resultado de decisiones políticas fundamentadas racionalmente.

14. El estudio de los proyectos que se originaron a través de la red Caldas muestra las potencialidades de una diáspora intelectual organizada para generar acciones en beneficio de la ciencia en Colombia. Es importante tener en cuenta, sin embargo, que la red Caldas no es *per se* un mecanismo de generación de proyectos, sino más bien un tejido social en permanente reconstrucción que puede favorecer el surgimiento de posibilidades muy diversas de cooperación. En determinadas circunstancias y dependiendo del sentido de oportunidad y de la voluntad de los actores, estas posibilidades pueden cristalizar en acciones concretas de colaboración como las analizadas en este estudio. Estas razones inducen a pensar que una percepción de la red que quisiera, de manera voluntarista, hacer de ella un simple mecanismo útil para finalidades pre-establecidas de cooperación podría resultar contraproducente.

15. El estudio de la sociología de la comunicación electrónica en la red Caldas muestra que la red electrónica es posiblemente el mecanismo más importante de cohesión de la diáspora. La lista R-Caldas es un ámbito de circulación cotidiano y permanente de información académica

relacionada con la actividad intelectual en el país. Es también un mecanismo de comunicación y un foro de debate. El estudio ha mostrado que si bien los actores de la diáspora que emiten mensajes son pocos y bien localizados, los receptores de los mensajes son muchos y su número ha crecido muy rápidamente desde los inicios de la red. También muestra que la comunicación electrónica cumple ante todo un papel instrumental en la difusión de información útil. Sin embargo, los debates que ocasionalmente se generan y se desarrollan a través de la red adquieren una gran intensidad y devienen muy rápidamente discusiones académicas argumentadas.

## ANEXO A

### Método de Análisis de correspondencia. Construcción de mapas topográfico y clasificación de los individuos.

#### *Tabla léxica*

Después de que el corpus ha sido codificado, es posible construir una tabla de contingencia  $Z$  en donde cada fila corresponde a una respuesta y cada columna a una forma. La celda  $(i,j)$  de esta tabla, es decir, el elemento  $z_{ij}$ , contiene la frecuencia con la cual la forma  $j$  ha sido utilizada en la respuesta  $i$ .  $Z$  es la tabla de contingencia Respuestas\*Formas o *tabla léxica*. Si las respuestas son cortas y numerosas, esta tabla es dispersa. El objetivo al construir esta tabla es comparar los *perfiles léxicos* de cada una de los documentos.

#### *Representación geométrica de los perfiles*

A partir de la tabla de contingencia se obtiene la tabla de frecuencias relativas dividiendo cada celda por el total de la tabla. Esta tabla representa la distribución de frecuencias conjunta de las palabras y los textos, en el caso de la tabla léxica agregada.

Una notación generalizada de una tabla de frecuencias relativas es la siguiente:

$$F = \begin{bmatrix} f_{11} & \cdots & f_{1j} & \cdots & f_{1p} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \cdots & \cdots & f_{ij} & \cdots & \cdots \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ f_{n1} & \cdots & f_{nj} & \cdots & f_{np} \end{bmatrix} \begin{matrix} f_{1\cdot} \\ \vdots \\ f_{i\cdot} \rightarrow f_{i\cdot} = \sum_{j=1}^p f_{ij} \\ \vdots \\ f_{n\cdot} \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} \cdots & f_{\cdot 1} & \cdots & f_{\cdot j} & \cdots & f_{\cdot p} & \cdots & 1 \rightarrow 1 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p f_{ij} = \sum_{i=1}^n f_{i\cdot} = \sum_{j=1}^p f_{\cdot j} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \downarrow & \cdots & \cdots & \cdots & \\ \cdots & \cdots & \cdots & f_{\cdot j} = \sum_{i=1}^n f_{ij} & \cdots & \cdots & \cdots & \end{matrix}$$

donde  $n$  es el número de filas y  $p$  el número de columnas;  $i$  y  $j$  son los índices para las filas y las columnas, respectivamente;  $f_{i\cdot}$  y  $f_{\cdot j}$  son las marginales fila y columna, respectivamente. Las tablas de perfiles también se pueden obtener de la tabla de frecuencias de la misma forma que de la tabla de contingencia.

#### *Nube de perfiles fila*

En el espacio  $R^p$  se representan los  $n$  perfiles fila, dotados del peso  $p_i = f_{i\cdot}$ .

$$\left\{ \frac{f_{ij}}{f_{i.}}, j = 1, 2, \dots, p \right\}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad \text{con. } p_i = f_{i.}$$

### Nube de perfiles columna

En el espacio  $R^n$  cada punto representa un perfil columna y esta dotado de un peso igual a la marginal la respectiva columna.

$$\left\{ \frac{f_{ij}}{f_{.j}}, i = 1, 2, \dots, n \right\}, \quad j = 1, 2, \dots, p \quad \text{con. } p_j = f_{.j}$$

### La distancia ji-cuadrado entre perfiles

La distancia ji-cuadrado entre dos perfiles línea  $i$  e  $i'$  viene dada por:

$$d^2(i, i') = \sum_{j=1}^p \frac{1}{f_{.j}} \left( \frac{f_{ij}}{f_{i.}} - \frac{f_{i'j}}{f_{i'.}} \right)^2 \quad (\text{A.1})$$

Para el caso de dos líneas, esta distancia, es la suma de la diferencia de cada una de las respectivas componentes de los dos perfiles, ponderadas por el inverso de las frecuencias marginales de las columnas respectivas (ver Gráfico A.1).

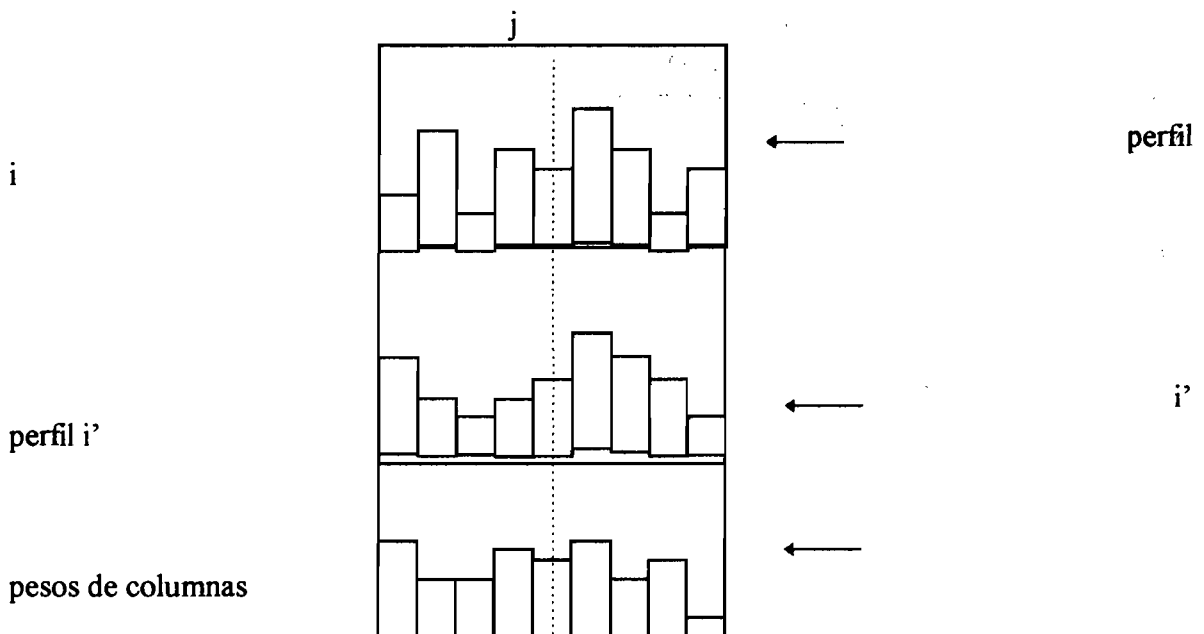


Gráfico A.1

Con este peso las diferencias se amplifican cuando se deben a columnas de baja frecuencia, es decir tiende a destacar los casos raros.

De manera simétrica, la distancia entre perfiles columna es:

$$d^2(j, j') = \sum_{i=1}^n \frac{1}{f_i} \left( \frac{f_{ij}}{f_j} - \frac{f_{ij'}}{f_{j'}} \right)^2 \quad (\text{A.2})$$

*La equivalencia distribucional de la distancia ji-cuadrado*

Si  $\bar{w}_i$  y  $\bar{w}_i'$  son dos perfiles idénticos, entonces están representados por el mismo punto en  $R^p$ . Si se reemplazan los dos puntos por un punto común de peso la suma de los pesos ( $f_i + f_i'$ ), entonces las distancias de los demás puntos, tanto en  $R^p$  como en  $R^n$  permanecen inalteradas. Igual resultado se obtiene para dos perfiles idénticos en  $R^n$ . En Crivisqui [1993] hay una descripción bastante pedagógica de esta propiedad. Con la distancia ji-cuadrado los resultados son robustos respecto a la arbitrariedad en la determinación del número de categorías filas y categorías columna, en un análisis. Otra implicación práctica de la equivalencia distribucional es la de poder agregar filas o columnas de perfiles similares sin perturbar demasiado la distancia entre puntos.

*Centro de gravedad de la nube de perfiles fila (en  $R^p$ )*

Si se consideran los puntos y sus pesos como un sistema de masas en el espacio, se encuentra un punto en torno al cual las masas están en el equilibrio, que es precisamente el centro de gravedad. La fuerza necesaria aplicada en el centro de gravedad para mantener suspendido el sistema de masas es lo que se denomina la inercia y es una medida de la dispersión de la nube de puntos. La inercia se puede calcular respecto a cualquier otro punto, pero tal inercia es superior a la inercia respecto al centro de gravedad. Si se tiene un sistema de ejes ortogonales, entonces la inercia de la nube respecto al centro de gravedad se puede descomponer como la suma de las inercias a lo largo de cada uno de los ejes.

La distancia ji-cuadrado se puede escribir como una distancia euclidiana convencional, lo cual se ha ilustrado en el ejemplo:

$$d^2(i, i') = \sum_{j=1}^p \left( \frac{f_{ij}}{f_i \sqrt{f_j}} - \frac{f_{ij'}}{f_i' \sqrt{f_j}} \right)^2 \quad (\text{A.3})$$

Sea la matriz X, de termino general:

$$x_{i,j} = \frac{f_{ij}}{f_i \sqrt{f_j}} \quad (\text{A.4})$$

Las filas de esta matriz son los vectores,  $w_i$  que se representan en  $R^p$ :



$$\left\{ \frac{f_{ij}}{f_{i\cdot}}, j = 1, 2, \dots, p \right\}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad \text{con } p_i = f_{i\cdot}$$

*Nube de perfiles columna*

En el espacio  $R^n$  cada punto representa un perfil columna y esta dotado de un peso igual a la marginal la respectiva columna.

$$\left\{ \frac{f_{ij}}{f_{\cdot j}}, i = 1, 2, \dots, n \right\}, \quad j = 1, 2, \dots, p \quad \text{con } p_j = f_{\cdot j}$$

*La distancia ji-cuadrado entre perfiles*

La distancia ji-cuadrado entre dos perfiles línea  $i$  e  $i'$  viene dada por:

$$d^2(i, i') = \sum_{j=1}^p \frac{1}{f_{\cdot j}} \left( \frac{f_{ij}}{f_{i\cdot}} - \frac{f_{i'j}}{f_{i'\cdot}} \right)^2 \quad (\text{A.1})$$

Para el caso de dos líneas, esta distancia, es la suma de la diferencia de cada una de las respectivas componentes de los dos perfiles, ponderadas por el inverso de las frecuencias marginales de las columnas respectivas (ver Gráfico A.1).

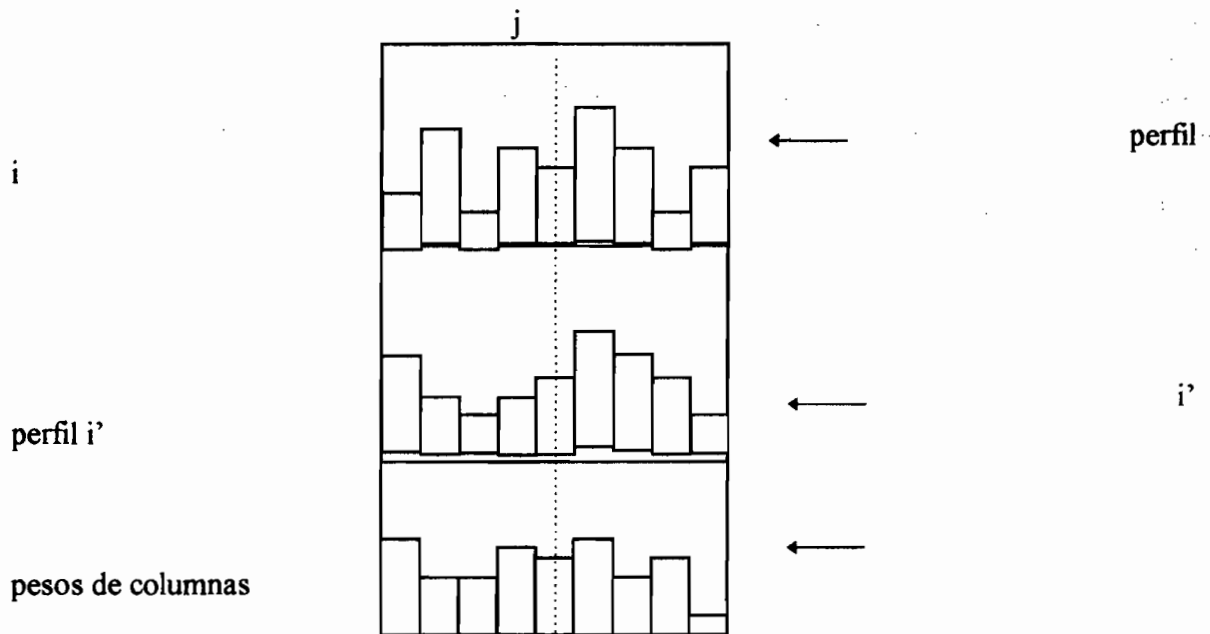


Gráfico A.1

Con este peso las diferencias se amplifican cuando se deben a columnas de baja frecuencia, es decir tiende a destacar los casos raros..

De manera simétrica, la distancia entre perfiles columna es:

$$d^2(j, j') = \sum_{i=1}^n \frac{1}{f_i} \left( \frac{f_{ij}}{f_j} - \frac{f_{ij'}}{f_{j'}} \right)^2 \quad (\text{A.2})$$

*La equivalencia distribucional de la distancia ji-cuadrado*

Si  $\bar{w}_i$  y  $\bar{w}_i'$  son dos perfiles idénticos, entonces están representados por el mismo punto en  $R^p$ . Si se reemplazan los dos puntos por un punto común de peso la suma de los pesos ( $f_i + f_i'$ ), entonces las distancias de los demás puntos, tanto en  $R^p$  como en  $R^n$  permanecen inalteradas. Igual resultado se obtiene para dos perfiles idénticos en  $R^n$ . En Crivisqui [1993] hay una descripción bastante pedagógica de esta propiedad. Con la distancia ji-cuadrado los resultados son robustos respecto a la arbitrariedad en la determinación del número de categorías filas y categorías columna, en un análisis. Otra implicación práctica de la equivalencia distribucional es la de poder agregar filas o columnas de perfiles similares sin perturbar demasiado la distancia entre puntos.

*Centro de gravedad de la nube de perfiles fila (en  $R^p$ )*

Si se consideran los puntos y sus pesos como un sistema de masas en el espacio, se encuentra un punto en torno al cual las masas están en el equilibrio, que es precisamente el centro de gravedad. La fuerza necesaria aplicada en el centro de gravedad para mantener suspendido el sistema de masas es lo que se denomina la inercia y es una medida de la dispersión de la nube de puntos. La inercia se puede calcular respecto a cualquier otro punto, pero tal inercia es superior a la inercia respecto al centro de gravedad. Si se tiene un sistema de ejes ortogonales, entonces la inercia de la nube respecto al centro de gravedad se puede descomponer como la suma de las inercias a lo largo de cada uno de los ejes.

La distancia ji-cuadrado se puede escribir como una distancia euclidiana convencional, lo cual se ha ilustrado en el ejemplo:

$$d^2(i, i') = \sum_{j=1}^p \left( \frac{f_{ij}}{f_i \sqrt{f_j}} - \frac{f_{i'j}}{f_{i'} \sqrt{f_j}} \right)^2 \quad (\text{A.3})$$

Sea la matriz X, de termino general:

$$x_{ij} = \frac{f_{ij}}{f_i \sqrt{f_j}} \quad (\text{A.4})$$

Las filas de esta matriz son los vectores,  $w_i$  que se representan en  $R^p$ :

$$\bar{\psi}_\alpha = X\bar{u}_\alpha \quad (\text{A.15})$$

El análisis de los perfiles columna en  $R^n$  se obtiene de la misma manera, intercambiando los papeles de los subíndices  $i$  y  $j$ . Las coordenadas sobre los ejes factoriales son, entonces:

$$\varphi_{i\alpha} = \sum_j \frac{f_{ij}}{f_{i0}\sqrt{f_{0j}}} v_{i\alpha} \quad (\text{A.16})$$

y el vector de coordenadas sobre un eje factorial es:

$$\bar{\varphi}_\alpha = X' \bar{v}_\alpha \quad (\text{A.17})$$

### *Relaciones entre los espacios fila y columna*

El análisis tiene propiedades que permiten obtener la solución para la nube de puntos columna a partir de la solución de la nube de puntos fila o viceversa, mediante las siguientes relaciones de transición entre los espacios fila y columna:

- Vectores propios de un espacio en función del otro

$$u_{j\alpha} = \frac{1}{\sqrt{\lambda_\alpha}} \sum_{i=1}^n \frac{f_{ij}}{\sqrt{f_{i0}f_{0j}}} v_{i\alpha} \quad (\text{A.18})$$

$$v_{j\alpha} = \frac{1}{\sqrt{\lambda_\alpha}} \sum_{i=1}^p \frac{f_{ij}}{\sqrt{f_{i0}f_{0j}}} u_{i\alpha} \quad (\text{A.19})$$

- Coordenadas en función de vectores propios del otro espacio

$$\psi_{i\alpha} = \sqrt{\lambda_\alpha} \frac{1}{\sqrt{f_{i0}}} v_{i\alpha} \quad (\text{A.20})$$

$$\varphi_{j\alpha} = \sqrt{\lambda_\alpha} \frac{1}{\sqrt{f_{0j}}} u_{j\alpha} \quad (\text{A.21})$$

- Relaciones bivaricéntricas

$$\psi_{i\alpha} = \frac{1}{\sqrt{\lambda_\alpha}} \sum_{j=1}^p \left( \frac{f_{ij}}{f_{i0}} \right) \varphi_{j\alpha} \quad (\text{A.22})$$

$$\varphi_{i\alpha} = \frac{1}{\sqrt{\lambda_\alpha}} \sum_{j=1}^n \left( \frac{f_{ij}}{f_{0j}} \right) \psi_{j\alpha} \quad (\text{A.23})$$

Exceptuando el coeficiente  $1/\sqrt{\lambda}$ , la coordenada de un punto es el baricentro de los puntos de la otra nube, con pesos iguales a los elementos del perfil. Haciendo la dilatación apropiada las dos nubes se pueden representar simultáneamente sobre el mismo plano.

### *Proyección de elementos suplementarios*

Sobre los ejes factoriales se pueden proyectar filas y columnas que no hayan participado en el análisis. Los términos con K hacen referencia a la tabla de contingencia y el signo + a información suplementaria.

- Fila suplementaria,  $i_+$

$$\psi_{i_+} = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \sum_{j=1}^p \left( \frac{k_{ij_+}}{k_{i_+ \cdot}} \right) \varphi_j \quad (\text{A.24})$$

- Columna suplementaria,  $j_+$

$$\varphi_{j_+} = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \sum_{i=1}^n \left( \frac{k_{ij_+}^+}{k_{\cdot j_+}^+} \right) \psi_i \quad (\text{A.25})$$

### *Índices para ayudar a la interpretación de los ejes y a la lectura de las proyecciones*

En un análisis se requiere establecer qué significado se le puede dar a cada uno de los ejes de interés o en, otras palabras, qué modalidades contribuyen más a la formación del eje, para ello se utilizan las contribuciones absolutas.

- Contribución absoluta del punto  $i$  en el eje  $\alpha$ ,  $ca_\alpha(i)$

$$ca_\alpha(i) = \frac{f_{i0} \psi_{i\alpha}^2}{\lambda_\alpha} \quad (\text{A.26})$$

Es la proporción con que cada punto contribuye a la inercia del eje. Los puntos que tengan contribución absoluta fuerte son los que fijan la posición del eje.

Las proyecciones sobre los ejes y sobre los planos factoriales serán muy buenas para algunos puntos pero también pueden ser de mala calidad para otros puntos, se requiere entonces de un índice que ponga en evidencia este hecho.

Contribución relativa del eje  $\alpha$  a la posición de un punto  $i$ ,  $cr_\alpha(i)$

$$cr_\alpha(i) = \frac{\psi_{i\alpha}^2}{d^2(i, g)} \quad (A.27)$$

Estos valores son los cosenos cuadrados y miden la calidad de la representación de los puntos.

### *Clasificación*

Los métodos de clasificación requieren de una definición de la distancia o un índice de disimilaridad entre los elementos que se van a clasificar. Si las variables son de tipo continuo la distancia más utilizada es la euclidiana canónica:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_k (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (A.28)$$

la sumatoria se hace sobre todas las variables (subíndice  $k$ ), el valor entre paréntesis es la diferencia entre los valores de la variable  $k$  que asumen los individuos  $i$  y  $j$ . Dos individuos se parecen si asumen valores parecidos para todas las variables. Las coordenadas de un análisis factorial son de tipo continuo y por lo tanto es válido utilizar la anterior distancia.

### *Clasificación jerárquica con el método de Ward*

Los métodos de clasificación jerárquica requieren, además de la distancia entre individuos, una distancia entre grupos de individuos, que se denomina también criterio de agregación y es la que da el nombre al método de clasificación jerárquica. El método de Ward es el que más sentido estadístico tiene, en el caso de variables continuas, pues en cada paso del algoritmo se obtienen grupos de la manera que la inercia dentro de los grupos es mínima y por ende la inercia entre los grupos es máxima.

#### *Distancia de Ward*

Sean  $A$  y  $B$  dos grupos o clases no vacías y disyuntas y sean  $p_A$ ,  $p_B$  y  $\bar{g}_A$  y  $\bar{g}_B$ , los pesos y centros de gravedad de las partes  $A$  y  $B$  respectivamente.

$$P_A = \sum_{\vec{x}_i \in A} P_i \quad (\text{A.29})$$

$$\bar{g}_A = \frac{1}{P_A} \sum_{\vec{x}_i \in A} P_i \vec{x}_i \quad (\text{4.3})$$

la inercia de  $A \cup B$ , respecto a  $\bar{g}_{A \cup B}$ , teniendo en cuenta que A y B son disyuntos, es

$$I_{\bar{g}_{A \cup B}} = I_{\bar{g}_A}(A) + I_{\bar{g}_B}(B) \quad (\text{A.30})$$

en función de las inercias de los grupos A y B separados, la expresión anterior es:

$$I_{\bar{g}_{A \cup B}} = I_{\bar{g}_A}(A) + I_{\bar{g}_B}(B) + \frac{P_A P_B}{P_A + P_B} \|\bar{g}_A - \bar{g}_B\|^2 \quad (\text{A.30a})$$

En la ecuación anterior se observa que la inercia dentro de la clase  $A \cup B$  es la suma de las inercias dentro de las clases A y B separadas, más un tercer término que constituye el incremento de la inercia dentro de las clases al unir A y B. Este término se define como la distancia de la inercia entre A y B disyuntas o distancia de Ward y es la cantidad a minimizar en cada paso de la clasificación jerárquica.

$$W(A, B) = \frac{P_A P_B}{P_A + P_B} \|\bar{g}_A - \bar{g}_B\|^2 \quad (\text{A.31})$$

En particular para dos individuos la distancia de Ward es:

$$W(\vec{x}_i, \vec{x}_j) = \frac{P_i P_j}{P_i + P_j} \|\vec{x}_i - \vec{x}_j\|^2 \quad (\text{A.32})$$

si los pesos son iguales a uno para los dos individuos, la anterior expresión se reduce a:

$$W(\vec{x}_i, \vec{x}_j) = \frac{1}{2} \|\vec{x}_i - \vec{x}_j\|^2 = \frac{1}{2} d_{ij}^2 \quad (\text{A.33})$$

### Formula de recurrencia

El método de Ward tiene la propiedad de ser secuencial, es decir, que es posible calcular la distancia de Ward en un paso de la construcción del árbol en función de las distancias del paso precedente. Sean A, B y C tres grupos presentes en el mismo paso de construcción del árbol. Si

se unen A y B para formar el grupo AB, es necesario calcular la distancia de Ward entre los grupos AB y C. Se conocen las distancias  $W(A,B)$ ,  $W(A,C)$  y  $W(B,C)$ . La distancia  $W(AB,C)$  en función de las anteriores:

$$W(A \cup B, C) = \frac{(P_A + P_C)W(A,C) + (P_B + P_C)W(B,C) - P_C W(A,B)}{P_A + P_B + P_C} \quad (A.34)$$

### *Procedimiento para construir el árbol*

El procedimiento para obtener el árbol de clasificación, utilizando el método de Ward es el siguiente:

1. Calcular las distancias de Ward entre parejas de individuos según la ecuación (4.7), las cuales constituyen la matriz de partida para el método de Ward.
2. Seleccionar la pareja de grupos (individuos en el primer paso) que presente la menor distancia de Ward para conformar el nuevo grupo.
3. Calcular las distancias entre todos los grupos y grupo recién conformado utilizando la ecuación (4.9), donde A y B representan los grupos de la pareja que se une y C los grupos restantes y  $p_A$ ,  $p_B$  y  $p_C$  son los pesos (números de individuos en caso de pesos iguales) de cada grupo.
4. Eliminar las filas y columnas correspondientes a los individuos A y B, y adicionar una fila y una columna para registrar las distancias calculadas en 4.
5. Repetir 3 a 5 hasta llegar a una matriz de  $2 \times 2$ .

### *El método de las nubes dinámicas*

El método de nubes dinámicas en su forma más simple se lleva a cabo de la siguiente manera:

1. Se establece el número de clases a obtener. Esta es una decisión a-priori, este es el principal problema de estos métodos cuando no se tiene información previa para establecer el número de clases.

Se establece un núcleo para cada una de las clases, bien sea al azar o mediante algún criterio, por ejemplo con información de un plano factorial.

2. Se calculan para cada individuo las distancias a cada uno de los núcleos y se asigna a la clase más cercana.
3. Se calculan los centros de gravedad de las clases los que se toman como nuevos núcleos.
4. Se repite 3. y 4. hasta lograr un criterio de convergencia. El SPAD-T utiliza como criterio el cociente: inercia entre grupos/inercia total, el cual se incrementa a medida que el algoritmo avanza, hasta llegar a la estabilización.

### *Descripción de las clases*

Se hace mediante la identificación de las variables y modalidades específicas de las clases. La especificidad se da cuando los valores de la media o de la frecuencia relativa dentro de la clase son significativamente diferentes a los valores para el conjunto global de los elementos que se están clasificando.

En el caso de variables continuas se compara la media de la clase con la media general, mediante una prueba de hipótesis bajo supuesto de normalidad. El valor  $z$ , denominado valor "test", está dado por:

$$z_k = \frac{\bar{x}_k - \bar{x}}{s_k}$$

donde  $\bar{x}_k$  es la media de la variable en la clase  $k$ ,  $\bar{x}$  la media global y  $s_k$  la desviación estándar de la clase  $k$ . Si el valor "test" es mayor que 2 la media de la clase es significativamente superior a la media global y si es menor de -2 es significativamente inferior.

En el caso de variables nominales la frecuencia de cada modalidad en la clase se compara con la frecuencia de la modalidad global, la prueba de hipótesis a contrastar conlleva un distribución hipergeométrica. El valor  $p$  (probabilidad de obtener un valor más lejano del obtenido) se expresa también como un valor "test". Valores "test" mayores que dos indican especificidad significativamente positiva de la clase (frecuencia mayor que la global) y valores "test" menores que -2 indican especificidad negativa (modalidad más rara en la clase que la global).

### *La estrategia de clasificación en el los programa SPAD-T*

La estrategia implementada en SPAD-T es la de realizar la clasificación sobre las coordenadas factoriales de análisis correspondencias simples. En este programa se utiliza una combinación del método de clasificación jerárquica utilizando el criterio de Ward y del método de nubes dinámicas (método no jerárquico).

La clasificación puede ser hecha por palabras por individuos. Cuando se hace por filas (individuos) resultan clasificados los individuos por el lenguaje que utilizan. Un grupo o cluster se forma por individuos que usan un lenguaje similar. La clasificación por columnas (palabras) permite ala obtención de clusters en donde dos palabras que pertenecen al mismo cluster tienen perfiles similares a lo largo de individuos. Esta última clasificación resulta simétrica a la obtenida por el método de palabras asociadas y en este sentido son complementarias.

### *Aplicación al análisis de los campos de investigación.*



El Gráfico A.2 se muestra el primer plano factorial del análisis, que en la práctica es el mapa topográfico general del estado de la investigación de la ciencia en la población estudiada. Como se observa, se tienen tres grandes grupos de temáticas, las cuales aparecen forzadas por el sistema de clasificación, lo cual no está mal. Los tres grandes grupos que aparecen son: *ciencias básicas y tecnológicas*, *ciencias medicas y biológicas* y *ciencias sociales y económicas*. En la gráfica puede observarse por ejemplo la ubicación de algunas temáticas aisladas del los contextos generales como el caso de salud pública, biodiversidad o ambiental. Su ubicación parece indicar que los estudios en estas temáticas se hacen desde disciplinas ubicadas en grandes grupos diferentes. Esta sospecha es confirmada al observar los datos directamente. Por ejemplo la *salud publica* es tema de investigación de médicos y biólogos dentro del contexto médico y biológico, pero también es una temática estudiada desde el punto de vista social y económico por otros investigadores.

Este ejemplo nos sirve para ilustrar una estrategia adicional de análisis. En este como en muchos problemas de análisis textual se presenta el caso de que como resultado del proceso de clasificación se obtienen grandes grupos mas o menos homogéneos, para los cuales la herramienta entrega descripciones macro. Si se requiere como en este caso una descripción más a fondo, la propuesta estratégica es obtener los primeros grandes grupos y construir la variable grupo, cada una de cuyas modalidades corresponde a uno de los grupos. Una vez construida la variable grupo para el paquete, se inicia de nuevo el proceso de análisis, pero ahora no se seleccionan todos los individuos, sino que se seleccionan de acuerdo a la pertenencia o no a cada grupo.

El Gráfico A.3 presenta el primer plano factorial obtenido para el grupo de *ciencias básicas y tecnológicas*. Obsérvese la posición de la palabra clave *modelo matemático* en la región de la ciencias de la tierra, específicamente de la geología, que parece indicar una orientación en la investigación en tales áreas.

El Gráfico A.4 es un nuevo ZOOM o acercamiento pero esta vez en el área de Informática y electrónica. Este gráfico evidencia la presencia de 4 grupos de investigación bien definidos, en realidad hay un quinto que por defecto del graficador utilizado no aparece, pero que esta en la parte superior relativamente cerca de bases de datos.

Una rápida mirada al mapa muestra aspectos muy interesantes para el estudio en cuestión. Por ejemplo, la cercanía al centro de la palabra clave *software* indicaría que los trabajos tienen especial énfasis en el desarrollo de software. La presencia de la *inteligencia artificial* hace suponer un trabajo intenso en tal área, pero su fuerza de representación no es tan grande como la de las cinco áreas mencionadas abajo. En realidad la caracterización de los grupos finales revela que la *inteligencia* aparece como es lógico suponer en los grupos de temáticas ubicados en la parte superior del plano. Sin embargo su presencia parece indicar un diversidad en el utilización, con lo cual se puede concluir cuidadosamente, que habría más una utilización de los conceptos y técnicas de la *inteligencia artificial* que un desarrollo al interior de ella misma. Este pensamiento es confirmado con la observación de las respuestas completas por un lado y por otro lado con la edición de las concordancias de la forma *inteligencia\_artificial*.

## Analyse des correspondances simples

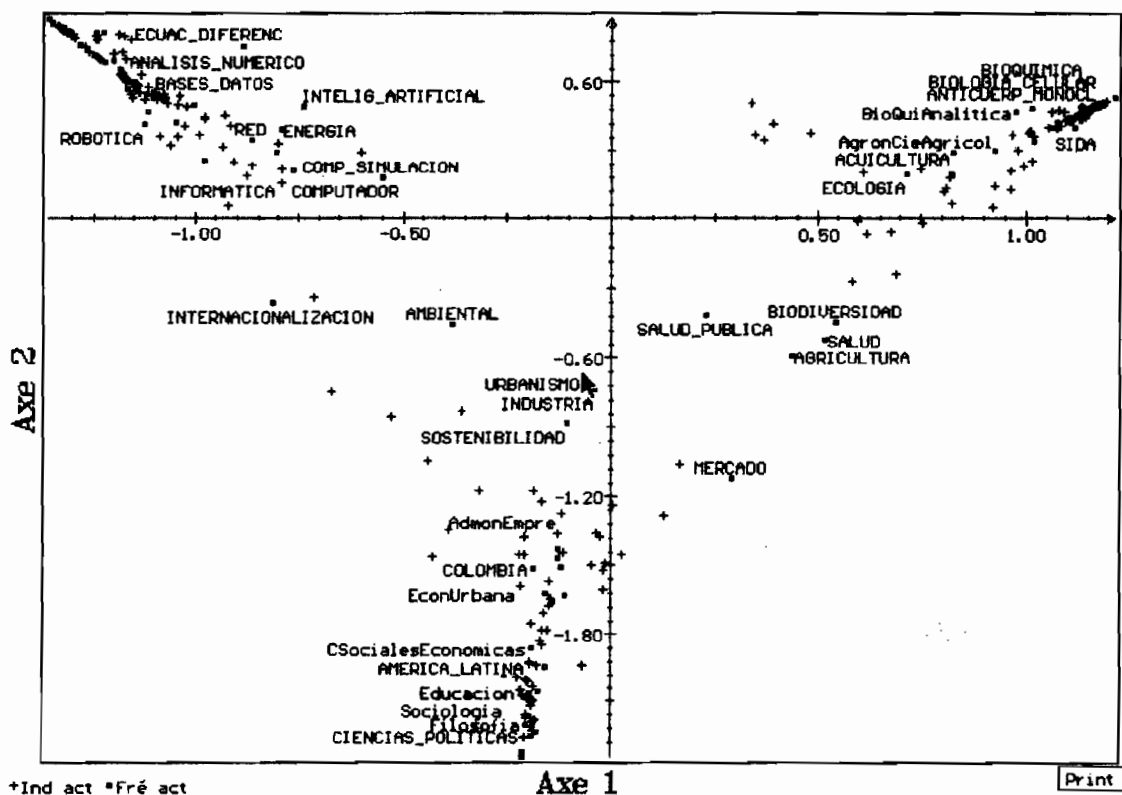


Gráfico A.2

### Primer plano factorial del Análisis de campos de investigación

Los grupos identificados son: *lenguajes computacionales* (que no aparece en este gráfico, por defecto del mismo, ubicado en la parte superior al lado derecho del eje vertical), *bases de datos*, *robótica* (automática), *microelectrónica* y *telecomunicaciones*.

El éxito en la utilización de las herramientas en este ejemplo no está solamente en la obtención de una cartografía muy precisa de la investigación en la población estudiada. Una entidad interesada en la utilización de estos resultados bien puede pretender construir lo que se conoce como una base de datos de conocimientos, con informaciones provenientes de este análisis tales como: cartografías o mapas científicos, personas trabajando en cada área especializada (cada una de las personas de un grupo final), las temáticas abordadas en cada área (respuestas características de cada grupo final), el trabajo individual de cada persona (la respuesta individual), la ubicación de una persona en la carta científica, la ubicación de una persona en un área, etc..

## Analyse des correspondances simples

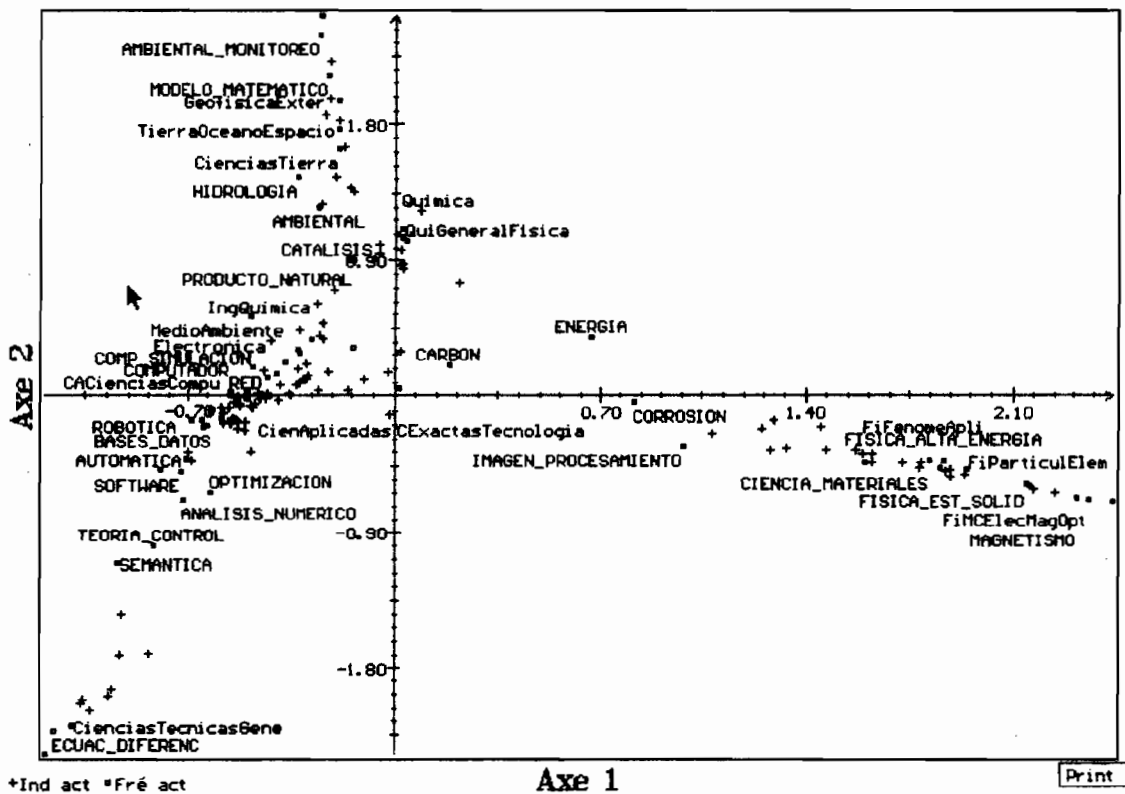


Gráfico A.3

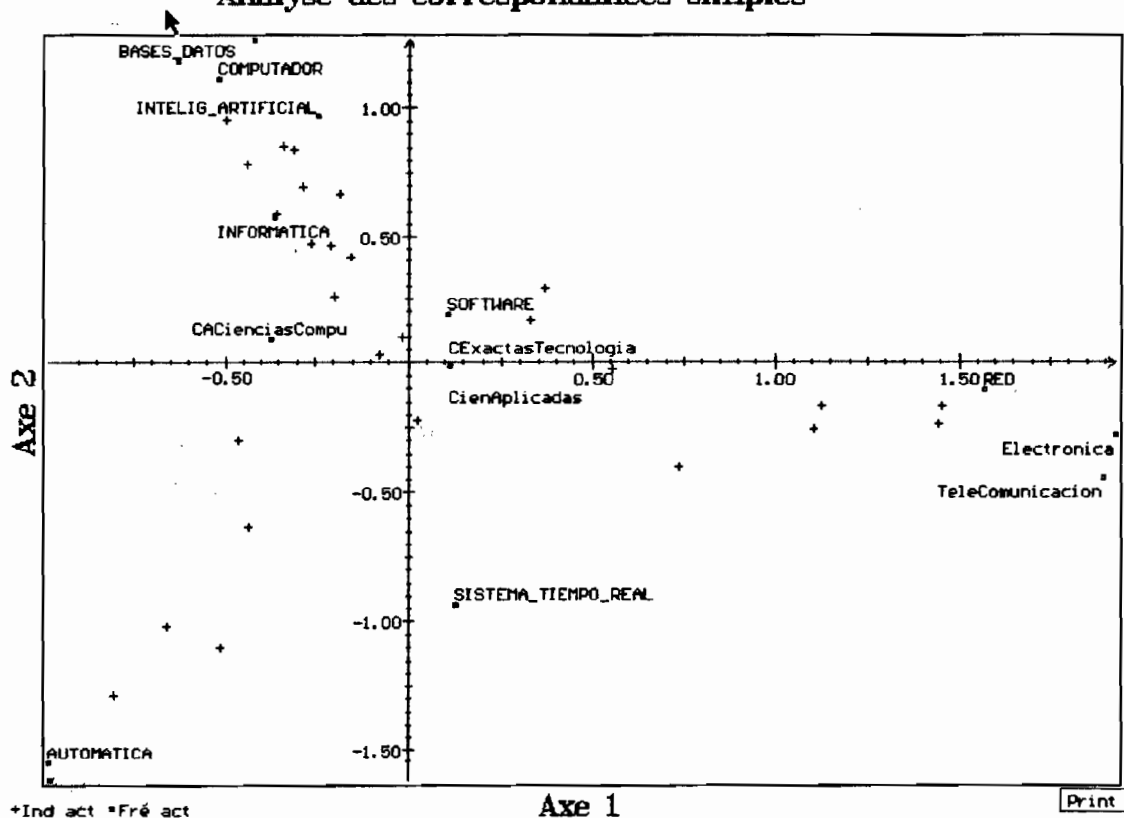
Primer plano factorial del análisis de campos de investigación en ciencias básicas y tecnológicas.

Finalmente señalemos que la estadística descriptiva puede tomar un valor superlativo en este momento del análisis. La elaboración de conocimiento a partir de la información textual permite ahora la presentación de preguntas inteligentes. Por ejemplo, resulta estratégico para una entidad gubernamental, luego de obtener respuestas a los siguientes *interrogantes*:

- *¿Cómo están distribuidos geográficamente las personas que trabajan en informática?*
- *¿Cuáles son los niveles académicos que tienen los individuos que investigan en informática?*
- *¿En qué sitios trabajan?*
- *¿Cuáles son sus edades?*
- *¿Cuál es la actitud de estas personas frente a la investigación en Colombia?*
- *etc.*

Un análisis descriptivo sencillo sobre los individuos del grupo debe responder a cada uno de estos interrogantes.

### Analyse des correspondances simples



**Gráfico A.4**  
**Cartografía de la investigación en Informática y electrónica.**

## **Anexo B**

### **Hacia la construcción de índices sintéticos en la diáspora de la red Caldas.**

#### **Propuesta Metodológica**

##### **Introducción**

En los años 90 un buen número de trabajos han aparecido haciendo propuestas de integración entre disciplinas como reacción a la creciente especialización y fragmentación de la ciencia. Particularmente el desarrollo de estrategias de construcción y análisis de índices e indicadores es el tema que ha ido permitiendo la integración entre la estadística y la investigación social de inspiración sociológica (Coppi, 1995).

Por lo general un índice estadístico es definido simplemente como un número purgado del efecto de las unidades de medida, o de factores de tamaño, usualmente a través del cálculo de razones entre el valor de la medición de un fenómeno dado y un segundo fenómeno con el cual tiene una relación lógica. Un indicador es usualmente definido como un índice estadístico que tiene además una atribución de significado suplementaria, dependiendo del contexto. Un índice sintético corresponde en este sentido a un esfuerzo de resumir un sistema de relaciones entre variables ( índices simples o indicadores) en una “señal” que se pueda asociar a cada unidad y que sea indicativa de la forma en que ese sistema de relaciones entre variables se manifiesta en cada unidad.

En este estudio se han construido básicamente índices de primera y segunda generación. En este anexo se propone una estrategia y a través del tema de investigación se ejemplariza para la construcción de un índice sintético que mida la potencialidad sociotécnica de cada grupo de investigación identificado. El propósito es solamente mostrar un sendero, y se deja para estudios posteriores la revisión de la definición y características estadísticas de índices sintéticos para los estudios sociales de las ciencias, lo cual constituye un campo de investigación abierto.

## **Sobre Índices e Indicadores**

El tema sobre la construcción de índices e indicadores se ubica en el ámbito de la sociología. Un indicador estadístico puede ser considerado como una hipótesis implícita acerca del estatuto de realidad del objeto así indicado, es decir resumido en cifras, (Desrosieres, 1996).

Una intensa discusión que escapa al objetivo de este documento acerca de la forma como deben definirse los indicadores sociales ha llevado a establecer la existencia de tres generaciones de indicadores, que no corresponden propiamente a tres épocas históricas, aunque de hecho sus primeras utilizaciones si lo sean. Actualmente puede afirmarse que tales generaciones en lugar de contraponerse se complementan. Tales generaciones y sus características más importantes se describen a continuación.

### **Primera Generación de Indicadores.**

A esta generación pertenecen los indicadores más clásicos. Son los indicadores de tipo univariado, normalmente calculados de forma separada y sin ninguna conexión directa entre ellos. En este trabajo indicadores como la edad promedio de la población (36 años), el género (33% mujeres), el máximo nivel de escolaridad, etc., son ejemplos de indicadores de primera generación. La ventaja de estos indicadores es que son fáciles de calcular e interpretar por parte de los expertos. La principal desventaja es que normalmente solo miden un aspecto del tema de estudio (el considerado más importante) y los demás aspectos no son considerados.

### **Segunda Generación de Indicadores**

Para tratar de resolver los problemas de la primera generación, en la segunda generación se propone la utilización de muchos indicadores para muchos fenómenos. En este caso los investigadores luego de definir la teoría base del estudio en cuestión definen varios indicadores para cada dominio de estudio. Por ejemplo para determinar la potencialidad de cada grupo (clase) de investigación identificado en este estudio, se pueden considerar

indicadores como el nivel de escolaridad, una escala del tipo de investigación (investigación profesional, investigación con fines académicos, etc), el grado de desarrollo en términos por ejemplo de densidad y centralidad (ver capítulo 2). La construcción de algunos de tales indicadores puede no ser tan trivial como en el caso de la primera generación. Por ejemplo, la identificación de los grupos de investigación presentes en la red es un proceso largo como se ve en el capítulo 2. Se han usado para ese caso herramientas estadísticas sofisticadas. La identificación del nivel de desarrollo alcanzado en un determinado grupo es también un proceso complejo.

Como se observa algunos indicadores son calculados aquí como en la primera generación, pero otros sobre todo de tipo relacional (establecidos a partir de relaciones existentes entre los individuos, o entre objetos asociados a los individuos) son obtenidos a partir de sofisticados procedimientos. La principal ventaja de esta generación de indicadores es que permiten tener una visión parcial de muchos ejes de un mismo tema. Sin embargo esto es también una de sus desventajas, porque al tener muchos indicadores no es posible tener una idea simple y comparativa del fenómeno estudiado. Por otro lado los indicadores complejos suelen resultar difíciles de interpretar por parte de los usuarios no expertos en estadística. Una solución que se da al problema de la multitud de indicadores para la toma de decisiones es reducir los indicadores a unos pocos considerados claves. Pero esto lleva en la práctica a regresar a la primera generación. Con respecto al problema de la complejidad de algunos indicadores, se propone dejarlos de lado. Sin embargo en un tema como el de el seguimiento (vigilancia) de la ciencia y la tecnología esto es imposible.

### **Indicadores de tercera generación. Índices globales.**

Se propone la medición de los fenómenos vinculados al mismo a través de índices sintéticos que consideran muchos fenómenos juntos. Estos índices sintéticos pueden definirse en diferentes niveles de profundidad, llegando al final a un único índice general. El propósito de este estudio es principalmente descriptivo y por tanto no se ha previsto llegar a definir este tipo de indicadores. Además para el cálculo de índices sintéticos deben tenerse precauciones. Sin embargo como en el estudio se propone hacer un seguimiento en línea a la red, resulta muy importante tener ideas iniciales de como obtener este tipo de índices.

### **Fuentes de información para el cálculo de índices e indicadores**

La principal fuente de información para cálculo de indicadores sociales es la información estadística oficial de los países. Cuando esta no existe como es el caso del presente estudio se aceptan como insumos resultados de encuestas representativas de la población estudiada y en cuando éstas tampoco existen y se requiere una valoración de una determinada situación se recurre al concepto de varios expertos en el tema. Los indicadores obtenidos en este estudio han sido calculados a partir de los datos provenientes de la muestra obtenida en la encuesta “Redes Colombia”, que como se mostró antes es representativa de la población.

### **Construcción de un índice sintético. Un ejemplo**

El objetivo de esta sección es solamente sugerir un método que permita llegar a la construcción de un índice sintético. Los pasos metodológicos son:

1. Determinar las variables (índices simples, índices relacionales) que describen partes del problema estudiado. En este ejemplo hemos escogido el tema de potencialidad sociotécnica de los grupos de investigación identificados. Se han seleccionado las siguientes variables: Número de individuos en cada grupo, edad promedio, índice de máxima escolaridad, actividad relacionada con la investigación y los índices estructurales (densidad y centralidad de cada cluster).
2. Normalizar cada una de las variables a la escala 0 a 10, en donde cero corresponde a la peor situación teórica y 1 a la mejor. En este ejemplo El número de individuos se dividió entre el total de encuestados (453), Para el índice de edad se calcularon los valores mas alto y más bajo de toda la población. La escala asigna 10 a la menor edad y cero a la mayor edad. Luego se calcula la edad promedio en cada grupo y se lleva a esa escala. El índice de máxima escolaridad se calculó así: se asigna 10 si la máxima escolaridad es doctor o postdoctor, 7 si es estudiante de doctorado, 4 si la máxima escolaridad es postgrado y 0 si es pregrado. La actividad relacionada con investigación se normalizo así: 10 si trabaja en investigación, 7 si la investigación se realiza como tesis para doctorado, 4 si la investigación se realiza como tesis de maestría y 0 en otro caso. Los índices



estructurales se tomaron directamente de la salida del MPA. Cuando no aparece un cluster en análisis estructural se ha dejado cero.

3. Se define una regla de cálculo que es normalmente un promedio ponderado para el índice sintético, en donde los pesos son definidos por los expertos, en este caso el grupo de investigación. El índice sintético para cada grupo es

$$I = \sum_{i=1}^6 p_i \cdot I_i,$$

en donde

$$\sum_{i=1}^6 p_i = 1$$

4. Cada  $I_i$  es uno de los índices simples usados en la definición del índice sintético, en su orden Número de individuos en cada grupo, edad promedio, índice de máxima escolaridad, actividad relacionada con la investigación y los índices estructurales (densidad y centralidad de cada cluster). Los  $p_i$  se definieron respectivamente como se muestran en la tabla B.1. Por ejemplo  $p_1 = 6/24$ .

**Tabla B.1**

Hacia la construcción de un índice sintético para medir la potencialidad de los grupos de investigación en la diáspora científica red Caldas.

Grupo	NúmeroIndiv	EdadProm	Escolaridad	StatusInv	Densidad	Centralidad	IndiceSintético
CJuriPoli	0.26	7.41	6.00	7.00	1.00	1.00	4.55
Economia	0.73	6.46	5.94	7.52	3.40	2.90	4.75
Literatura	0.18	5.87	7.00	7.00	0.00	0.00	4.52
Filosofia	0.13	6.02	8.00	8.00	0.00	0.00	5.04
Arqueologia	0.18	5.35	6.50	7.75	6.80	0.20	4.69
Fisica	0.51	6.88	7.13	7.39	3.40	3.50	5.17
Quimica	0.26	7.75	6.67	7.50	3.30	0.10	4.97
Matematica	0.24	5.45	7.45	8.36	3.90	0.10	5.02
Arquitectura	0.42	7.35	6.42	8.42	0.00	0.00	4.87
CComputacion	1.08	7.15	6.61	8.04	2.70	1.70	5.19
CTierra	0.31	7.48	6.93	8.50	3.50	2.00	5.28
Neurociencias	0.20	6.64	6.89	8.00	0.00	0.00	4.79
Medicina	0.68	5.60	6.06	8.00	0.90	1.80	4.57
Biologia	2.08	6.63	6.32	7.81	2.60	2.70	5.25
Sicologia	0.46	5.98	5.76	7.67	2.10	0.20	4.41
Sociologia	0.42	5.51	5.53	7.21	0.90	0.20	4.11
CEducacion	0.15	4.52	5.14	8.29	0.00	0.00	3.89
Promedio	0.49	6.36	6.49	7.79	2.03	0.96	4.77

Pesos	6	4	8	4	1	1	24
-------	---	---	---	---	---	---	----

## Bibliografía

Barbary, O. (1994). *Análisis de Datos Biográficos*. Simposio de Estadística, Departamento de Matemáticas y Estadística, Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá.

Bécue, M. (1991). *Análisis de Datos Textuales*. Métodos Estadísticos y Algoritmos. CISIA, París.

Benzecri, J. P. (1976). *L'Analyse des Données*, Tome 1: La Taxonomie, Tome 2: L'Analyse des Correspondence. Dunod, París ("2da ed. 1976).

Block Franck , Rivera Fernando (1994), "The BIO-2000 Project" en *Proceedings of the 1<sup>st</sup> Bio-2000 Workshop about Instrumentation for Biomedical Sciences*. Universidad del Valle, Cali, Colombia, 21-24 July.

Callon Michel, Courtial Jean-Pierre, Turner William (1991), La méthode Leximappe: un outil pour l'analyse stratégique du développement scientifique et technique in Vinck Dominique (dir), *Gestion de la recherche. Nouveaux problèmes, nouveaux outils*, de Boeck-Wesmael, Bruselas.

Callon Michel, Larédo Philippe Mustar Philippe (1995), *La gestion stratégique de la recherche et de la technologie*, Economica, París

Centre de la Sociologie de L'Innovation (1994). *LEXIMAPPE - DOC*, INIST, París.

Charum, J y Parrado L.E.(1995) Entre el productor y el usuario. *La construcción de la utilidad de la investigación*. Bogotá. ICFES, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Chaponnière J.-R. (1991), "Technologie coréenne. Quand l'élève dépasse le maître", in *L'état des sciences et des technologies*, N. Witkowski (dir), La découverte/Fondation pour le progrès de l'homme, París

COLCIENCIAS *Carta de Colciencias* (1993), vol 16:4, Santa Fe de Bogotá.

Coppi, R. (1995). *Il nuovo ruolo del metodo statistico nelle scienze sociali secondo l' "approccio strategico integrato"*, in Memori R. (ed.), *Strategi d'analisi dei dati: nella recerca sociale e metodologia integrata*. Milano.

Courtial, J. P. (1994). *Science Cognitive et sociologie des sciences*, Presses Universitaires de France, Colection sous la direction de J. P. Courtial. París.

Crivisqui, E. (1993). *Análisis factorial de correspondencias un instrumento de investigación en ciencias sociales*. Laboratorio de Informática Social Universidad Católica de Asunción. Asunción.

Desrosières, A. (1996), *Reflejar o Instituir: La invención de los indicadores estadísticos*. Revista Methologica, No 4. Bruselas.

Disco C., Rip A. y van Der Meulen B. (1992), "Technical innovation and the universities: division of labour in cosmopolitan technical regimes", *Social Science Information*, Vol 31:3, 4665-507

Fawcett T. James (1995), "Redes alianzas y sistemas de migraciones", *International Migration Review*, Vol 23 : 3.

Fernández Lamarra. (1992), "Recursos humanos, desarrollo y migración de profesionales en América Latina", en *Décimo Seminario sobre Migración, Migración y Desarrollo*, OIM, Ginebra, Suiza.

Grivel Luc, François Claire (1995), Une station de travail pour classer, cartographier et analyser l'information bibliographique dans une perspective de veille technologique, in Noyer J.-M. (dir) *Les sciences de l'information. Bibliométrie, scientométrie, infométrie*, Presses universitaires de Rennes, Rennes.

Hausler L. (1993). *Des phrases et des itinéraires*, en "Actes des secondes journées internationales d'analyse statistique de données textuelles", Montpellier 21-22 de octobre de 1993. Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris.

Houzel Y. y LE Vaillant M: [1994] : *Analyse statistique de données textuelles et traitement des données de calendriers : application à l'analyse de l'insertion professionnelle des élèves issus des écoles d'art*, en "Actes des journées CEJEE-CEREQ sur les données longitudinales dans l'analyse du marché du travail", Toulouse, octobre de 1993, Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris.

Latour B. (1989), *La science en action*, La découverte, Paris.

Lebart, L., Morineau, A., and Warwick, K. (1984). *Multivariate Descriptive Statistical Analysis. Correspondence Analysis and Related Techniques for Large Matrices*. John Wiley & Sons, USA.

Lebart, L., Morineau, A., and Fenelon J. P. (1979) *Traitement des Données Statistiques, Méthodes et Programmes*. Dunod. Paris.

Lebart, L., Salem A. (1994). *Statistique Textuelle*. Dunod. Paris.

Meyer Jean-Baptiste, Charum Jorge, Granés José, Chatelin Yvon (1995) "It is opened or closed? Colombian science in the move". *Scientometrics*, vol. 34:1, 73-86

Meyer, J.-B. Charum J. (1995), "La 'fuite des cerveaux' est-elle épuisée?", *Cahiers des sciences humaines*, 31:4, 1003-1017

Montenegro A. (1996). *Encuesta Redes Colombia*. Memorias del Primer Coloquio sobre Ciencia Tecnología y Cultura, Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Colección Memorias, No.6. Pags 101-114, Santafé de Bogotá.

Montenegro A. y Pardo C.E., (1996). *Introducción al Análisis Estadístico de datos textuales*. Unidad de Extensión, Departamento de Matemáticas, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá

Nadeem U., Se-Jik Kim (1995), "Human capital flight : Impact of migration on income and growth". *IMF Staff papers*, vol 42 :3.

Pardo, C.E. (1992). *Análisis de la Aplicación del Método de Ward de Clasificación al caso de Variables Cualitativas*. Tesis para optar al título de M.Sc. Estadística. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá.

Peemans, J.-P. (1988), "El sudeste asiático. Entre el mito y la realidad", *Cuadernos de economía*, V. 9:12, 21-55

Portes Alejandro, Borocs Jozsef (1995), "Theoretical perspectives on determinants and models of incorporation", *International Migration Review*, Vol 23 : 3.

Salt John. (1995), "The future of international labor migration", *International Migration Review*, vol 26 : 4.

Schlemmer Bernard, Gaillard Jacques, Narváez-Berthelemot Nora, Bernal Dora (1996), La dialectique du virtuel et du concret dans les "noeuds" de Caldas, le réseau de chercheurs colombiens expatriés", ponencia presentada al Simposio *Las migraciones científicas internacionales hoy. Nueva problemática*, Junio 24-26, Bogotá.

Vinck Dominique (dir) (1991), *Gestion de la recherche. Nouveaux problèmes, nouveaux outils*, de Boeck-Wesmael, Bruselas.

Vinck, Dominique (1995), *Sociologie des sciences*, Armand-Colin Éditeur, Paris.

Volle, M. (1981). *Analyse des Données*, 2<sup>ème</sup> édition, Economica, Paris