

Parte IV

SISTEMA REGIONAL DE INDICADORES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN: CONTEXTO Y CAPACIDADES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS¹

¹ Elaborado por Mauricio Perfetti del Corral y Bernardo Andrés Taborda Figueroa con la asesoría de Hernán Jaramillo Salazar, Decano de Economía de la Universidad del Rosario. Manizales, junio de 2003.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	133
1. ANTECEDENTES	134
2. MARCO CONCEPTUAL	135
2.1. El Observatorio de Ciencia y Tecnología	135
2.2. La medición de las actividades científicas y tecnológicas	138
2.2.1 El papel de la medición	138
2.2.2 ¿Qué se debe medir?	140
2.3 Aproximaciones conceptuales de la medición de la innovación tecnológica	143
2.4 Limitaciones de la medición de las actividades científicas y tecnológicas	144
2.5 La necesidad de normalizar los indicadores locales	148
2.6 El Manual de Bogotá – contribuciones conceptuales para la adaptación del Manual de Oslo	149
3. LAS CAPACIDADES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS	151
3.1. Capacidades y limitaciones económicas de Caldas	151
3.1.1. Estructura y dinámica económica del departamento de Caldas	151
3.1.2. La inserción internacional del departamento	152
3.2. La investigación científica en el contexto mundial	153
3.3. Capacidades científicas y tecnológicas del departamento de Caldas	154
3.3.1. La innovación y el desarrollo tecnológico en Caldas	154
3.3.1.1. Encuesta de Desarrollo tecnológico COLCIENCIAS-DNP-OCYT	154
3.3.1.2. Encuesta para Organizaciones de la Conceptualización y Ajuste al Planeamiento Estratégico del Macroproyecto Manizales Eje del Conocimiento	161
3.3.2. Los recursos humanos para la ciencia y la tecnología	165

3.3.2.1. Capacidad del recurso humano en la industria de Manizales	165
3.3.2.2. Potencial científico del departamento desde el punto de vista de los docentes universitarios	167
3.3.3. Grupos y centros de investigación de Caldas en el contexto nacional	171
3.4 La encuesta de opinión de desarrollo tecnológico	174
4. UNA AGENDA DE TRABAJO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SRICTI	175
4.1. Relacionamiento bases de datos, indicadores e información	175
4.2. Relacionamiento con estudios de profundidad y generación de nuevos indicadores a nivel meso y micro	176
5. CONCLUSIONES	178
BIBLIOGRAFÍA	181

INTRODUCCIÓN

Las discusiones contemporáneas sobre el desarrollo resaltan la importancia de la información y del conocimiento como elementos determinantes para el crecimiento económico y el bienestar social. Particularmente, en el área de la ciencia y la tecnología, conocer los factores que obstruyen o dinamizan el desarrollo de la ciencia y la tecnología se convierten en una actividad central para la formulación de la política científica y tecnológica. De acuerdo con el exdirector de Colciencias, Fernando Chaparro, el conocimiento de la realidad de los procesos científicos y tecnológicos es posible, en la medida en que se produzcan indicadores que permitan, por una parte, el aprendizaje de las nuevas formas de producción, difusión y transferencia de conocimientos científicos y, por otra, la caracterización detallada del esfuerzo nacional, regional y local en las actividades científicas y el impacto de dicho esfuerzo. Los organismos de política científica y tecnológica y las propias instituciones de investigación, requieren del uso de indicadores, tanto de naturaleza cuantitativa como cualitativa, para sus actividades de planeación, asignación de recursos financieros, seguimiento y evaluación.

El siguiente informe tiene como propósito presentar una discusión inicial para la construcción de un Sistema Regional de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación (SRICTI). Para tal efecto el informe está dividido en cuatro capítulos. El primer capítulo presenta algunos antecedentes que es necesario considerar para enmarcar el proyecto. En el segundo se revisa el estado del arte en la producción de indicadores científicos tanto en el país como en el exterior, haciendo énfasis, entre otros aspectos, en los requerimientos básicos de la medición así como en las limitaciones que de acuerdo a diversos ejercicios se han presentado en los intentos de recopilar información sobre la ciencia y la tecnología. El tercer capítulo analiza las capacidades científicas y tecnológicas del departamento de Caldas a partir de la revisión de las fuentes de información existentes en el departamento que dan cuenta de algunos de los aspectos claves del sistema de ciencia y tecnología. El cuarto capítulo presenta una agenda básica para la construcción del SRICTI; dado que el diseño del sistema no es una labor de corto plazo, el capítulo se orienta a la definición un horizonte de largo plazo al que deben converger los métodos, la información y otros recursos claves para la puesta en marcha del sistema.

1. ANTECEDENTES

En cuanto a la producción de indicadores relacionados con la ciencia y la tecnología, los primeros intentos en la medición de la investigación y el desarrollo experimental (I+D) se realizaron en la Unión Soviética en 1930 y en Estados Unidos en 1940. Pero fue en 1950 cuando la National Science Foundation (NSF), de EEUU, decidió enviar periódicamente a las empresas norteamericanas una encuesta para recolectar datos estadísticos de la I+D.

A final de la década de los sesenta, con la necesidad de crear indicadores, explicitar los conceptos subyacentes a los mismos, y de normalizar los métodos de las encuestas sobre las actividades científicas y tecnológicas, los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) fomentan la creación del Manual de Frascati.

A partir del Manual de Frascati, la OCDE ha editado otros manuales, conocidos como de la Familia Frascati, para la recopilación e interpretación de datos estadísticos relativos a actividades científicas, tecnológicas o innovadoras.

En el contexto latinoamericano, en la década del setenta el Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico de la OEA apoyó el desarrollo de Inventarios Nacionales de Actividades Científicas y Tecnológicas. En Colombia Colciencias llevó a cabo dos inventarios en 1974 y 1978, apoyado por la UNESCO y la OEA en aspectos metodológicos para la adaptación del Manual de Frascati. Sin embargo estos inventarios no prosperaron, entre otras razones, debido al costo, el poco desarrollo conceptual que existía, el uso de indicadores simples y el escaso uso que se les dio. Otra gran limitación de estos esfuerzos fue que la información no permitía conocer la dinámica de las actividades científicas y tecnológicas dado que las estadísticas solo recogían aspectos estáticos de los recursos dedicados a la ciencia y la tecnología y de su distribución.

En la década de los ochenta estos inventarios se sustituyeron por investigaciones sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología, esfuerzo que generó una mayor participación de la comunidad científica en la producción de indicadores. Se resolvieron algunos aspectos centrales como el paso de estadísticas estáticas de la ciencia y la tecnología a indicadores, que implican una visión más dinámica del proceso de desarrollo científico y tecnológico.

Desde 1996 Colciencias y el Departamento Nacional de Planeación empezaron a trabajar en un proyecto orientado a la acumulación y procesamiento permanente de información requerida para la producción de indicadores de ciencia y tecnología en Colombia. Así, surge el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) como una asociación de participación mixta, sin ánimo de lucro y regida por el derecho privado con la misión de acumular información, darle valor agregado y producir indicadores acerca del estado y las dinámicas de la ciencia, la tecnología y la innovación en el país.

Desde que se presentó a la comunidad académica y empresarial del país el proyecto de creación del OCyT en 1998, formalmente constituido en 1999, se trazó la meta de contribuir al fortalecimiento de la capacidad nacional para generar y usar indicadores con el objetivo de que sirvan para orientar y evaluar las políticas nacionales, regionales e internacionales, así como contribuir a fortalecer la acción que deben cumplir los diversos actores y organizaciones que conforman los polos científicos y tecnológicos tanto en el ámbito nacional, como en los ámbitos regional y local.

El OCyT está concebido como una instancia idónea para suministrar apoyo a los diferentes actores institucionales del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT) en las labores de planeación estratégica, toma de decisiones, evaluación de políticas de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación, determinación de causalidades y realización de análisis y predicciones de las distintas actividades relacionadas que emergen de la sociedad.

2. MARCO CONCEPTUAL

El siguiente capítulo explora el estado del arte de la medición de la ciencia y la tecnología, que se constituye en el primer paso fundamental para la construcción de un Sistema Regional de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación (SRICTI). La primera parte del capítulo describe el papel y el estado actual del Observatorio de Ciencia y Tecnología como institución estratégica dentro del sistema de ciencia y tecnología a nivel nacional y mundial. En la segunda parte se abordan los aspectos centrales de la medición de la ciencia y la tecnología, intentando dar respuesta a dos interrogantes: ¿cuál es el papel de la medición? y ¿qué medir? Luego se presentan algunas limitaciones encontradas de la experiencia de diversos países en la medición de la ciencia y la tecnología. Finalmente se resumen algunas ideas en torno a la necesidad de normalizar los indicadores locales, a fin de que sean comparables a nivel nacional, y se presentan los resultados de estas discusiones consignados en el Manual de Bogotá como documento de obligatoria consulta para la creación de un sistema de indicadores locales. Todo lo anterior derivará en conocimiento útil en la medida en que será la referencia de partida para el diseño de instrumentos de recolección de información y, en general, del sistema de indicadores.

2.1. El Observatorio de Ciencia y Tecnología

Durante la última década ha habido una creciente necesidad para obtener información que permita hacer una caracterización de los procesos científicos y tecnológicos que se llevan a cabo en los diferentes países. Esta necesidad ha llevado a la creación de los “observatorios de ciencia y tecnología”. El Observatoire des Sciences et des Techniques (OST) francés, pionero en el tema, fue creado en 1990 y renovado en 1996, en la forma de un GIP (groupement d'intérêt public), asociando 13 miembros: 7 ministerios (de Investigación, de Industria, de Economía y Finanzas, de la Defensa, de las Relaciones Internacionales, del Medio-ambiente y de Obras) y 6 institutos de investigación (CNRS, CEA, CNES, INSERM, INRA e ANRT).

En la actualidad ya existe una decena de “observatorios de ciencia y tecnología” en sentido estricto en todo el mundo, y un número mucho más grande de centros o núcleos que desarrollan el mismo tipo de actividades, sin que les sea atribuida la denominación “observatorio” (Gusmão, 2001).

Los existentes son:

- Observatoire des Sciences et des Techniques (OST) – Francia

- Observatoire des Sciences et des Technologies (OST) – Quebec, Canadá
- Netherlands Observatory of Science and Technology (NOST) – Holanda
- Observatoire EPFL - Suiza
- Observatório das Ciências e das Tecnologias (OCT) – Portugal
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCYT) – Colombia

En proceso de creación se encuentran:

- Observatorio Venezolano de Ciencia y Tecnología - Venezuela
- “Observatorio” de C&T de la Provincia de Buenos Aires – Argentina
- “Observatorio” de C&T del Estado de São Paulo – Brasil

Con relación a los objetivos de un OC&T, Gusmão (2001) los resume así:

- Concepción, construcción y actualización permanente de una base de datos.
- Producción de indicadores sobre ciencia y tecnología: Medir y evaluar el estado del arte de los esfuerzos de ciencia y tecnología, tanto a nivel “macro” (regiones, países, zonas), como a nivel “micro” (un organismo, un laboratorio, una empresa / grupo industrial); determinar las principales fuerzas y debilidades de los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación; producir diagnósticos e identificar potencialidades; apuntar las tendencias principales (desde una perspectiva dinámica y comparativa); instrumentalizar y monitorear nuevas oportunidades.
- Contribuciones en el campo del planeamiento estratégico y de la evaluación de programas y acciones gubernamentales: aportes de tipo analítico y metodológico para el perfeccionamiento de un conjunto de indicadores esenciales para la toma de decisiones estratégicas (reorientación de programas y asignación de recursos - recomendaciones); producción y uso de indicadores de desempeño e indicadores de resultado de los esfuerzos en I+D; definición y análisis de indicadores de impacto socio-económico de la I+D; medición del potencial C&T en sectores transversales / multidisciplinarios (medio-ambiente; energía; sector espacial, que congregan diferentes disciplinas científicas y sectores industriales); subsidios para la preparación del presupuesto de C&T y de planes plurianuales de financiamiento en el área; contribuciones y/o supervisión de las encuestas nacionales de innovación; participación en estudios y otras actividades de prospección – *foresight studies*.
- Actividades de I+D y promoción de estudios sectoriales: desarrollar una “expertise” en el campo de la “cienciometría” (proyectos en cooperación; consorcios de I+D); promoción de estudios sobre la nueva dinámica de producción de conocimientos y de las relaciones e interacciones ciencia-tecnología-sociedad (nuevas

formas organizacionales); intentar medir empíricamente el alcance de las transformaciones en curso; realización de proyectos temáticos e impulso a grupos de trabajo en temas relacionados con: las evoluciones de los sistemas nacionales de innovación; el proceso de transferencia de conocimientos y nuevas interacciones entre la universidad y el sector empresarial; los mecanismos de contribución de la investigación pública a las otras políticas sectoriales; el proceso de innovación en el sector de servicios; aspectos relativos al campo del “riesgo tecnológico”; análisis comparativo de los ejercicios y experiencias de prospección tecnológica – identificación de las grandes tendencias para el futuro; estudios sobre la actitud del público y de la sociedad civil con relación a la CT&I, etc.

- Acciones de entrenamiento: desarrollo de “capital humano” para la gestión de la información y operación de sistemas de producción y difusión de indicadores (para la adopción de procedimientos, metodologías y conceptos comunes); promoción de cursos de entrenamiento, para personal de los organismos nacionales de estadísticas y agencias de C&T; programas anuales de pasantías de formación, y recepción de delegaciones extranjeras; apoyo a la realización de trabajos académicos y co-orientación (co-financiamiento) de tesis y disertaciones; incentivo a las actividades docentes del personal permanente.

- Foros de discusión y debate sobre la conducción de la política científica nacional y sus instrumentos: organización de seminarios, talleres y debates sobre cuestiones relativas a la C&T y sobre los futuros posibles de la política nacional en el sector (en los ámbitos nacional, regional e internacional); animación de grupos de trabajo y otras iniciativas de colaboración, congregando los diferentes tipos de actores que actúan en el sector (incitar el debate público en una perspectiva al mismo tiempo interdisciplinaria, comparativa e prospectiva); infra-estructura de apoyo y operación de “redes de expertos”, reuniendo especialistas y delegados de C&T en función en los diferentes ministerios, agencias gubernamentales, embajadas, institutos de investigación, sector industrial y académico.

- Divulgación y cultura científica: participación en comités, comisiones, instancias ministeriales; redes de organismos congéneres; representación en organismos internacionales (UE, RICYT, UNESCO, NSF); ofrecimiento de indicadores a la prensa, a los poderes públicos, web, etc., manutención de un “centro de documentación” (revistas internacionales, publicaciones de referencia, manuales, relatorías, etc., de fácil acceso para estudiantes, gestores e investigadores); publicación de artículos, informes, *dossiers* temáticos, relatorías de investigación; co-edición / edición de libros y publicación de tesis.

En el caso colombiano, el OCyT en su etapa de definición planteó como propósitos los siguientes:

- Diseño y construcción de indicadores, normalización de conceptos, tratamiento de la información, desarrollo de modelos analíticos para interpretación de indicadores.
- Normalización de los procedimientos de recolección y organización de información producida local y regionalmente.
- Constitución de bases de datos nacionales homogenizadas según estándares de aplicación internacional.
- Determinación y monitoreo del posicionamiento internacional de las actividades de ciencia y tecnología llevadas a cabo en el país.

- Medición del impacto logrado por las actividades de ciencia y tecnología en el país.
- Divulgación y disseminación de la información generada y publicación periódica de indicadores y sus métodos de construcción.
- Capacitación y fomento de debates en torno a la construcción de indicadores de impacto de la innovación, el desarrollo tecnológico y la competitividad, el desarrollo social y el bienestar, la biodiversidad, el deterioro ambiental y el desarrollo sostenible y equitativo, desde la perspectiva de la ciencia y la tecnología.

En su desarrollo, el Observatorio ha venido consolidándose también como un centro de referencia y de investigación sobre el análisis de la dinámica de las actividades de ciencia y tecnología en Colombia, para lo cual ha replanteado sus objetivos iniciales, sin dejar de cumplir con su naturaleza inicial prevista. Los objetivos actuales del Observatorio son:

- Servir de instrumento de apoyo para la formulación de políticas públicas y privadas de CyT.
- Documentar el diagnóstico de las necesidades nacionales y regionales de CyT.
- Contribuir al conocimiento y comprensión del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación en cuanto a sus relaciones, su estructura interna, sus finalidades, sus actores, sus características y su estructura de financiamiento.
- Contribuir a los procesos de planeación estratégica y gestión de instituciones tanto públicas y privadas pertenecientes al SNCyT.
- Dinamizar la visibilidad nacional e internacional de la actividad científica, tecnológica y de innovación del país.
- Generar una conciencia de los beneficios colectivos de producir y valorar la información de CyT.
- Convertirse en foro de reflexión en la discusión pública en CyT.

2.2. La medición de las actividades científicas y tecnológicas

2.2.1 El papel de la medición

Las discusiones sobre el desarrollo en los países latinoamericanos han puesto especial atención a problemas claves como el empleo, la desigualdad, la pobreza, la democracia, la violencia, etc., pero han dejado poco espacio para la discusión de los problemas centrales de la competitividad. En términos de Sachs y Vial (2002),

“No estamos abogando porque se dejen de lado los temas que hoy preocupan a estos líderes. Sí abogamos por expandir la agenda para incorporar los temas del crecimiento y la competitividad, ya que estamos convencidos que si la región no entra en un proceso de crecimiento rápido y sostenido seguirá sumida en la pobreza, crecerán las brechas entre pobres –aislados en la economía local– y ricos –inmersos en la economía global– y ello continuará debilitando las instituciones democráticas”.

En un mundo crecientemente globalizado, las actividades científicas y tecnológicas juegan un papel central en la estrategia global del desarrollo económico y social. La medición de estas actividades, de los procesos y resultados que se generan, hace parte importante para la definición de las políticas científicas.

En general los sistemas de información de ciencia, tecnología e innovación, que dan cuenta de la evolución de las variables claves y proporcionan bases importantes de análisis de la realidad científica, son útiles para guiar las acciones públicas y privadas, tendientes a mejorar la competitividad empresarial y a fomentar el desarrollo económico y social.

Para el estado es fundamental contar con información que le permita diseñar estrategias para fortalecer los sistemas nacionales de ciencia y tecnología y para apoyar las acciones de las firmas tendientes al mejoramiento de su acervo tecnológico. Es competencia del Estado promover aspectos tales como la construcción de comunidades científicas, el fortalecimiento de la infraestructura investigativa, del capital humano, y de la capacidad de investigación y de generación de conocimiento en el país.

Para el sector privado, el seguimiento de los procesos científicos y tecnológicos es de utilidad para definir estrategias empresariales que mejoren el desempeño en los mercados, toda vez que se cuenta con elementos de juicio y parámetros con respecto a los cuales comparar su conducta tecnológica. Un seguimiento de los procesos innovativos que apunte a conocer no sólo las magnitudes (los aspectos cuantitativos) sino también las características (los aspectos cualitativos) de esos procesos podrá, entonces, proporcionar evidencias respecto del sendero de desarrollo por el que transita una economía, lo cual tiene un enorme valor estratégico en la formulación de políticas (Anlló et al, 1999).

Los indicadores están así esencialmente vinculados con las políticas, ya que constituyen un instrumento necesario para que estas puedan ser aplicadas y sus resultados puedan ser evaluados. En la dinámica actual, la medición por indicadores no solamente remite a los aspectos económicos de la inversión, sino a la calidad de los resultados y al posicionamiento de los países en el esfuerzo científico internacional. Así, el aspecto comparativo resulta esencial (Albornoz, 1999).

Los manuales de la OCDE son guías de inevitable consulta para construir indicadores de ciencia y tecnología comparables a nivel internacional. El Manual Frascati y los otros manuales diseñados, conocidos como la familia Frascati (cuadro 1), se diseñaron con el propósito de normalizar la definición de conceptos y de métodos para la recolección e interpretación de información científica y tecnológica.

Cuadro 1. Manuales metodológicos de la OCDE para la medición de las actividades científicas y tecnológicas (Manuales de la Familia Frascati)

Fuente: Sancho (2001)

En Latinoamérica la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología –RICYT- es la institución encargada de apoyar a los países en la producción regular de indicadores siguiendo las normas internacionales. El libro “Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología - Interamericanos / Iberoamericanos” da cuenta de este avance. Los indicadores son confiables y son perfectamente comparables (Albornoz, 1999).

2.2.2 ¿Qué se debe medir?

Antes de definir los aspectos que deben ser medidos de la ciencia y la tecnología, es apropiado partir de algunas definiciones básicas, que son bien resumidas por Bonilla (2001) en la estructura que se presenta en la página siguiente.

De acuerdo con ese esquema, la ciencia y la tecnología es un sistema de producción de resultados, particularmente en la forma de publicaciones científicas. De este modo, y tal como lo define Spinak (1998), la ciencia puede verse como una empresa con insumos y resultados, cuyo esquema genérico se presenta en la gráfica 1.

Gráfica 1. Esquema básico de la ciencia y la tecnología

La medición de estas dos categorías (insumo y productos), es la base de los indicadores científicos.

a) Indicadores de insumo

Los indicadores de insumo miden la apropiación y la composición de recursos (financieros y humanos) requeridos para llevar a cabo actividades científicas, tecnológicas y de innovación. Los indicadores más comunes en relación con la inversión en ciencia y tecnología son, entre otros, el gasto como proporción del PIB, la participación de los recursos públicos y privados en el gasto total en CT&I, gasto per cápita. Con relación a los recursos humanos dedicados a las actividades científicas, algunos indicadores son: personal dedicado a las actividades de CT&I por mil habitantes, doctores por mil habitantes, composición de los investigadores (por formación, áreas de trabajo, sexo, etc.).

b) Indicadores de resultado

Los indicadores de resultado miden el “resultado” de la asignación de recursos y el producido de las personas e instituciones dedicadas a actividades de I&D. Los resultados, o salida, de la I+D se presentan en diversas formas: nuevo conocimiento y competencia, descubrimientos científicos, nuevos descubrimientos o invenciones, nuevos (o considerablemente mejorados) productos o servicios y métodos técnicos y científicos innovados, etc. (UNESCO, 2001).

En las actuales economías basadas en el conocimiento, la productividad de la ciencia y la tecnología tiene un alto significado estratégico. Desde una perspectiva política es necesario conocer los beneficios que resultan de tales inversiones, es decir, se hace necesario medir el conocimiento generado. Ésta es una tarea difícil, ya que el conocimiento es siempre acumulativo e intangible (Sancho, 2001).

Caben dentro de esta categoría indicadores de patentes (tasa de dependencia, tasa de autosuficiencia, etc.) y bibliométricos² (incluyen indicadores de productividad, de especialización, de dinámica y de visibilidad).

La innovación tecnológica hace parte de ese conjunto de actividades científicas y tecnológicas, y ha ocupado un espacio importante en las encuestas nacionales. En Colombia la Encuesta de Desarrollo Tecnológico de Colciencias y el DNP da cuenta del estado actual de la innovación en el país.

2.3 Aproximaciones conceptuales de la medición de la innovación tecnológica

En el curso histórico de la concepción de la innovación tecnológica se distinguen dos enfoques del proceso de innovación: uno lineal que considera el proceso unidireccional y otro en cadena que considera el proceso como multidireccional. El modelo lineal de flujo de conocimiento fue la concepción inicial del proceso de innovación tecnológica. Según este enfoque, la innovación es la consecuencia del desarrollo de nuevas ideas, que se transforman en nuevos productos por medio de una serie de etapas fijas y consecutivas, que irían desde la investigación científica básica, pasando por el desarrollo experimental, hasta la fabricación y comercialización del nuevo producto. De acuerdo con este modelo, sería suficiente concentrar todos los esfuerzos en los primeros estadios para obtener los resultados esperados, lo que ha servido de justificación para considerar la I+D como el principal indicador de la actividad de innovación en su conjunto (Sancho, 2001).

El modelo lineal, como lo define Mahdjoubi (1997) (en Fernández, 1999),

“ha sido utilizado para explicar el vínculo entre conocimiento y desempeño económico. En este modelo, el conocimiento es descubierto en universidades, traspasado a las empresas a través de publicaciones, patentes, y otras formas de correspondencia científica, y al consumidor final en forma de producto o servicio. Este modelo representa la innovación como un proceso lineal en el cual el cambio tecnológico depende de, y es generado por, investigaciones científicas previas”.

La concepción lineal de la innovación tecnológica fue sustituida por el modelo interactivo de relación en cadena propuesto por Kline y Rosenberg en 1986. El Manual de Oslo adoptó esta concepción (*chain link*), que define la innovación en términos de la interacción entre las oportunidades del mercado, las capacidades y la base de conocimiento de la firma, que además implica una retroalimentación permanente en todas las etapas del proceso de innovación.

De acuerdo con Sancho (2001), en el modelo de conexión en cadena la actividad de innovación es el resultado de un complejo proceso de retroalimentación de fuertes interacciones continuas y repetidas entre diferentes elementos heterogéneos e interdependientes, tales como: investigación y desarrollo, ingeniería, estudio de mercados y de usuarios, planificación financiera, diseño de productos y procesos, producción industrial, canales de distribución, proveedores de equipos y materias primas, ventas, etc. En definitiva, se trata de un proceso que mantiene poderosos y eficaces enlaces entre la ciencia, la tecnología, los consumidores y el mercado.

² De acuerdo con la UNESCO (2001) la bibliometría hace referencia a un término genérico para el almacenamiento y análisis estadístico de artículos, publicaciones y citas y muchos otros indicadores complejos de los resultados científicos derivados de esas estadísticas. Los indicadores bibliométricos son herramientas importantes para la evaluación del desempeño de la I+D y la especialización de los países, instituciones, laboratorios, científicos individuales, etc. En pocas palabras, la Bibliometría es la disciplina científica que estudia las características y comportamiento de la ciencia y la tecnología a través de las publicaciones científicas.

Algunos autores definen los indicadores de innovación como un caso especial de indicadores de resultado. En las encuestas de innovación se pretende fundamentalmente obtener información que permita conocer, entre otros, los siguientes aspectos: actividades de innovación (I+D y esfuerzos de innovación), objetivos de la innovación, resultados de la innovación, financiamiento de la innovación, fuentes de información y factores que afectan a la innovación. El Manual de Bogotá resulta una guía útil para la recopilación, organización y análisis de información sobre los procesos de innovación en los países latinoamericanos.

2.4 Limitaciones de la medición de las actividades científicas y tecnológicas

Yoguel y Boscherini (1996) encuentran las siguientes características de la innovación en las PyMEs latinoamericanas:

- No se asignan recursos gerenciales y financieros de manera específica a I+D o a actividades de innovación, por lo que tampoco se cuenta con estructuras, laboratorios o áreas destinadas específicamente a esos fines;
- existen dificultades para la formalización de los procedimientos innovativos, lo que dificulta la difusión de los conocimientos adquiridos al interior de la organización;
- el personal involucrado en actividades de I+D desarrolla simultáneamente otras tareas en la empresa, sin que sea posible distinguir claramente la porción de tiempo asignada a unas y otras;
- existe escaso planeamiento o programación previa de las acciones a desarrollar en el campo de la innovación; esto se debe, en gran medida, a la naturaleza incremental que ésta asume en las PyMEs.

Estas características, entre otras, hacen que sea difícil la identificación, estimación y análisis de los esfuerzos innovativos en las empresas latinoamericanas, particularmente en las PyMEs, lo que, sin embargo, es de gran importancia relevar (Bisang y Lugones, 1998).

De acuerdo con la experiencia de varios países en la medición de las actividades científicas y tecnológicas, las dificultades que surgen de las características internas en las organizaciones son diversas, pero también de factores externos e incluso de problemas metodológicos y conceptuales. A continuación se reseñan solo algunos casos.

a) Vacíos de la encuesta de desarrollo tecnológico colombiana

En Colombia la Encuesta de Desarrollo Tecnológico presenta los siguientes vacíos (Vargas 2001):

- En primer lugar la EDT sólo pregunta sobre el proceso de innovación y no es posible identificar cuál es el papel de la innovación dentro de la estrategia de la empresa. Dadas ciertas condiciones externas e internas a la empresa, la innovación puede llegar a ser o no importante para competir. Sería por lo tanto interesante aprender a reconocer las condiciones bajo las cuales la empresa decide innovar y, si no lo hace, identificar a través de qué otras estrategias compete.

- En segundo lugar, la EDT permite identificar los inputs de la innovación en una empresa (actividades conducentes a la innovación) y los outputs (resultados de innovación). El proceso intermedio o etapa de desarrollo y/o adaptación de las nuevas tecnologías no es estudiado con detalle (con excepción de algunos intentos por indagar sobre la ejecución y limitaciones a la innovación). Este hecho es uno de los mayores vacíos en el momento de entender el proceso de innovación porque la relación entre inputs y outputs no es directa, es decir siempre existen aspectos de la firma que pueden impedir que las actividades conducentes a la innovación se transformen necesariamente en resultados visibles. Es por lo tanto importante entender por qué algunos procesos de innovación son exitosos y otros no en términos de resultados de la innovación, debido a factores internos que dificultan la implementación.
- En tercer lugar, la EDT no permite medir la efectividad de la innovación. Aunque se realiza un esfuerzo para caracterizar el impacto de manera cualitativa, las respuestas no son confiables debido a que el empresario no logra identificar qué parte del desempeño de la firma se debe a la innovación o a otros factores como el manejo financiero, el mercadeo, factores externos, entre otros. De esta forma sería pertinente indagar sobre algún indicador (financiero o cualitativo) que permita medir la efectividad de la innovación en términos financieros.
- Finalmente, existen ciertos puntos del proceso de innovación en sí que la EDT toca con gran profundidad, pero sobre los cuales existen dudas por la forma como se abordaron (formas de preguntar e indicadores). Esto sucede en casos como la definición de qué es un resultado de innovación, o cómo considerar las inversiones sobre innovación, por ejemplo. Sobre estos puntos valdría la pena realizar correcciones a partir de las opiniones de los mismos empresarios.

b) Vacíos de medición de recursos financieros en la encuesta de desarrollo tecnológico colombiana

Con relación a los problemas de información de los recursos invertidos en ciencia y tecnología, Salazar y Vargas (1998) señalan los más importantes:

- Un 26.8% de las encuestas realizadas tienen la información incompleta, básicamente relacionada con las cifras de inversión en actividades de ciencia y tecnología. Reconocemos que gran parte de la información financiera en cuanto a inversión en actividades innovativas, investigación y desarrollo y, capacitación tecnológica no está desglosada en la contabilidad del establecimiento. Así la empresa no tenga un grupo de personas formalmente dedicado a este tipo de actividades, ni un laboratorio de investigación y desarrollo, esto no significa que no invierta en innovación y desarrollo tecnológico. Gran parte de esta inversión es contabilizada como gasto (por ejemplo gastos de capacitación en general), o como inversión bruta, la cual muchas veces no se desglosa ni siquiera en maquinaria y equipo, y mucho menos se especifica si es una tecnología nueva para la empresa.
- En general, el problema de la falta de datos sobre inversión del sector privado en actividades de ciencia y tecnología es realmente serio, no solo por las firmas que no disponen de estos datos, sino porque aquellas que suministraron la información, presentaron problemas de inconsistencia e incoherencia. Por ejemplo, con respecto a la información monetaria la revisión de las encuestas permitió identificar:

- Los conceptos de inversión no están perfectamente comprendidos por los empresarios, la forma de contabilizar las distintas inversiones y gastos lleva a que, por distintas razones, se involucren como parte de otros rubros; no lográndose obtener la información como se requería en el estudio.
- La información referente a la inversión en proyectos de I+D no se tiene discriminada como se solicitaba en el cuestionario, en algunas empresas no se cuenta con estos datos y en otras sólo cuentan con los montos totales.
- En varios establecimientos se presentó dificultad en el momento de distinguir en qué se hizo la inversión y cuáles fueron las consecuencias de ésta en las diferentes áreas de la empresa (administrativa, producción, etc.); por ejemplo, se dieron casos en los cuales la empresa invertía en un determinado rubro, lo cual traía como efecto otros cambios a nivel administrativo, o a nivel del proceso productivo; debido a estas implicaciones el empresario consideraba que también se había invertido en estas áreas, dándose una doble contabilidad de la inversión en la encuesta.

c) Limitaciones de las encuestas de innovación argentinas

Las encuestas de innovación argentinas presentan varias limitaciones que se pueden agrupar en tres aspectos (Anlló et al, 1999):

- aspectos no abordados por la encuesta,
- respuestas omitidas ante preguntas formuladas y
- respuestas insatisfactorias.

Entre los aspectos no abordados por la encuesta... *i)* no se solicita información sobre capacidades tecnológicas acumuladas por las firmas o sobre su trayectoria tecnológica, *ii)* no se demanda información sobre los éxitos o dificultades en los procesos de cambio en las técnicas de organización, *iii)* tampoco es posible medir el impacto de las mejoras tecnológicas introducidas, en términos de resultados y modificaciones del ambiente (spill-overs), *iv)* no se indaga acerca de las características específicas (complejidad, contenido tecnológico) de los bienes vendidos por la empresa (salvo si se trata de productos propios o de terceros); *v)* tampoco sobre los principales destinos de las exportaciones; la combinación de información sobre ambos aspectos (*iv* y *v*) puede contribuir a la evaluación de los requisitos tecnológicos mínimos en cada mercado; *vi)* parece insuficiente la búsqueda de información sobre redes de capacitación informal y otros procesos informales en los espacios productivos, así como sobre mejoras de calidad, los que pueden ser temas claves en algunos sectores como el lácteo y el de autopartes; *vii)* la encuesta clasifica con criterios no comparables las exportaciones e importaciones que realizan las empresas con la consecuente imposibilidad de hacer estimaciones sobre comercio intraindustrial; *viii)* no se pide información sobre cambios en el entorno competitivo de la firma o sobre nuevas exigencias de competitividad; *ix)* las fortalezas y debilidades de cada empresa y las ventajas competitivas (adquiridas y naturales) a nivel sectorial no son captadas por este instrumento, lo que impide

efectuar análisis de mediano y largo plazo sin otras fuentes de información complementaria; x) la información solicitada respecto de reestructuraciones en las redes de proveedores, tanto locales como internacionales, parece insuficientemente abordada por la encuesta.

Los factores que explican estas y otras limitaciones en el ejercicio argentino surgen por fallas de tipo metodológico y conceptual y en la captura de información. Una medida para superar los vacíos de carácter metodológico y conceptual consiste en asignar un mayor peso relativo en la Encuesta, a la búsqueda de evidencias respecto de las vinculaciones de carácter sistémico que mantienen las firmas en la búsqueda de mejoras tecnológicas. Con respecto a la captura de la información, las deficiencias se debieron en primer lugar a la limitación de recursos, que no permitió hacer encuestas personalizadas, a pesar de que se entregó un instructivo detallado y de que se habilitó un servicio de consulta, el nivel de asistencia y orientación al encuestado distó de ser el ideal y esto parece haberse reflejado en el carácter insatisfactorio de muchas de las respuestas obtenidas, sea por su ausencia o por el bajo grado de confiabilidad de las mismas.

En segundo lugar, algunos procedimientos para captar información limitaron las posibilidades de análisis, por ejemplo, el haber empleado la misma muestra que el INDEC define para la encuesta mensual industrial, la cual capta información a nivel de firma y no de establecimiento, impidió su utilización para realizar ejercicios analíticos de corte espacial o regional. La extensión y complejidad del formulario fue una limitante para el compromiso de los encuestados con el ejercicio. Las graves carencias de información disponible en el sistema nacional de estadísticas obligaron a incluir en la encuesta una serie de preguntas no estrictamente referidas a los esfuerzos innovativos de las firmas, pero imprescindibles para obtener los datos requeridos para efectuar análisis y comparaciones que permitan vincular y relacionar los cambios en la conducta tecnológica de las empresas con su desempeño en los mercados. La solicitud de información referida a ejercicios anteriores fue, asimismo, motivo de quejas por parte de las firmas y, consecuentemente, complicó la ejecución del ejercicio y comprometió la calidad del conjunto de la información obtenida.

La confiabilidad de las respuestas es un aspecto que merece la atención en los ejercicios de medición de la conducta tecnológica de las firmas. La autocensura del encuestado o su tendencia a tergiversar la información en tributo a ciertos prejuicios vinculados a la nacionalidad, afectan por igual a las preguntas referidas a los eventuales porcentajes de participación de firmas extranjeras en el capital accionario, a los acuerdos y convenios (de naturaleza comercial, productiva o tecnológica) celebrados con empresas internacionales, a la adquisición de bienes de capital importados y a la contratación en el exterior de licencias, consultorías, patentes, etc. También en vinculación con rasgos culturales, los ejercicios de medición deben superar las dificultades presentadas por el escaso rigor con que –en numerosos casos– se encaran las respuestas al cuestionario, a lo que se agregan los problemas por ausencia de registros adecuados que se acentúan cuanto menor es el tamaño de la firma.

d) Limitaciones externas de la encuesta de oferta científica y tecnológica del Ecuador

La experiencia de Ecuador en la realización de encuestas de oferta científico/tecnológica presenta las siguientes dificultades de tipo externo:

- Poco interés en suministrar información por parte de las universidades, politécnicas, organismos públicos y particularmente de las empresas privadas.
- Entrega de información incompleta por los encuestados. En muchos casos correspondió replicar la encuesta sin respuesta positiva. Pérdida de los documentos de encuesta y reenvío de formularios, etc.
- Las instituciones privadas que respondieron fueron aquellas que no hacen ciencia y tecnología y muchas otras se negaron a contestar argumentando que la encuesta correspondía a unidades académicas mas no al sector empresarial y por tanto no era aplicable.
- Varias reuniones de trabajo con funcionarios de diversas instituciones para llenar en conjunto los formularios de encuesta.

2.5 La necesidad de normalizar los indicadores locales

Ha sido amplia la discusión en torno a la necesidad de crear (o ajustar) indicadores, procedimientos y conceptos que se adapten a la realidad de los sistemas de ciencia y tecnología de los países latinoamericanos, pero que a su vez permitan la comparación internacional de estos sistemas. Por lo anterior, aunque no es el propósito de este estudio profundizar en el debate sobre la necesidad de normalizar o adaptar los indicadores para un departamento como Caldas, resulta pertinente resaltar algunos puntos fundamentales que se han expuesto en estas discusiones con el fin de entender más el proceso de diseño de metodologías para capturar información relevante para analizar la dinámica científica y tecnológica de un país o región específica.

En primer lugar, los cambios estructurales de las economías latinoamericanas ocurridos en las últimas dos décadas, como resultado de la apertura comercial, la desregulación de los mercados, la privatización del estado, etc., han impuesto condiciones de desarrollo diferentes que se han visto reflejadas en transformaciones importantes en el aparato productivo latinoamericano, incluyendo modificaciones en las actividades tecnológicas. Estas transformaciones también han estado condicionadas a los cambios en el entorno tecnológico internacional: la aceleración en la generación de conocimiento aplicable, la mayor velocidad en la difusión del conocimiento, la aparición de oferentes globales, entre otros. Condiciones que hoy son la constante y hacen que la capacidad de adaptación de la región a esos cambios sea determinante para la competitividad internacional

Es indudable que, en un mundo crecientemente globalizado, es necesario disponer de un conjunto de indicadores normalizados que permitan conocer el posicionamiento de la región (latinoamericana) en el contexto internacional (Albornoz, 1999). Los indicadores que se construyan deberían –idealmente– satisfacer requisitos de comparabilidad regional e internacional, ser capaces, al mismo tiempo, de ofrecer precisiones respecto de las características particulares que asumen los procesos de innovación en cada país y proporcionar elementos de juicio respecto de sus implicaciones para el desarrollo económico y social (Anlló et al, 1999).

Albornoz (1999) destaca el hecho de que, a diferencia de los países industrializados, en América Latina el esfuerzo científico y el diseño de las políticas para el sector tuvo un carácter imitativo, lo cual tiene un efecto importante en la medición de las actividades científicas por cuanto implica que se deba prestar una mayor atención a los procesos de transferencia y apropiación del conocimiento.

De acuerdo con la definición de McArthur y Sachs, todos los países de la región de América Latina y el Caribe son seguidores en innovación e introducción de tecnologías, lo cual significa que muestran muy poco progreso en el desarrollo de nuevas tecnologías, en la creación de nuevos productos o servicios o en la mejora de los procesos (Sachs y Vial, 2002).

Otra diferencia importante en los procesos de innovación que se ha dado en los países latinoamericanos es que la gran mayoría de los cambios en los procesos productivos en los países en desarrollo, se deben a innovaciones incrementales, estas innovaciones ocupan un espacio mayor en las encuestas diseñadas para Ibero-América, al lado de indicadores capaces de detectar innovaciones gerenciales, que son, en los países de la región, las más frecuentes, desde inicios de esta década (Brisolla, 2001).

La normalización de la producción de información estadística y el diseño de indicadores adecuados a la diversidad de variables que componen una economía en desarrollo, se convierte en un proyecto muy ambicioso y complejo, lo que indica a su vez, un alto grado de conocimiento sobre los factores que puedan afectar directa e indirectamente el desarrollo y la ejecución de políticas de ciencia, tecnología e innovación, que servirán de base para la conformación del Sistema Nacional de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación (Sánchez, 1999).

Los indicadores a construir deberán cumplir con múltiples exigencias. Por un lado, es necesario captar las especificidades que asumen los procesos innovativos en cada país de la región, lo que se relaciona con las características del SNI, la conformación de los mercados, el tipo de firma predominante, el grado y carácter de la inserción internacional de la economía, entre otros aspectos (Anlló et al, 1999).

A nivel latinoamericano, la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) es la institución encargada de promover la construcción de indicadores confiables y relevantes para la región y, además, que se ajusten a las normas internacionales.

2.6 El Manual de Bogotá – contribuciones conceptuales para la adaptación del Manual de Oslo

Como se mencionó anteriormente, el Manual de Oslo es la guía internacional para la medición de los procesos de innovación. A nivel latinoamericano, el Manual de Bogotá se convierte en una guía importante de consulta, ya que recoge las discusiones en torno al tema de la construcción de un manual regional para la medición de los procesos de innovación, que tenga en cuenta las especificidades de los países latinoamericanos y a su vez se asegure la comparabilidad internacional de los indicadores definidos.

Parte de la discusión en torno a la adaptación del Manual de Oslo a la realidad de los procesos de innovación que se llevan a cabo en las empresas latinoamericanas, se ha referido a la necesidad de reconocer que la innovación en estos países debe ser evaluada más allá de resultados tangibles de productos o procesos nuevos; debe abarcar a su vez, todas aquellas actividades que apoyan el proceso de innovación, es decir, existe la necesidad de abandonar el énfasis en la noción estricta de innovación para adoptar una aproximación más amplia y comprensiva del esfuerzo tecnológico de las firmas (Jaramillo et al, 2000). Como lo expone Sutz (1998) *“La recomendación de preguntar por I+D es un “desvío” de la medición estricta de la innovación, de sus costos e impactos, para adentrarse justamente en el aspecto capacidades y potencialidades para la innovación”*.

De este modo el Manual de Bogotá sugiere la introducción del concepto de Gestión de la Actividad Innovadora, que comprende no solo la innovación en sentido estricto del Manual de Oslo sino también el conjunto de actividades que hacen las firmas en procura del mejoramiento del acervo tecnológico, constitutivas del esfuerzo tecnológico. Entonces, el Manual de Bogotá plantea que las actividades de innovación incluyen todas aquellas acciones llevadas a cabo por la firma tendientes a poner en práctica conceptos, ideas y métodos necesarios para la adquisición, asimilación e incorporación de nuevos conocimientos. El producto de estas acciones tiene como resultado un cambio técnico en la empresa, sin que éste sea necesariamente una innovación tecnológica en el sentido estricto, lo cual se debe reflejar en el desempeño de la empresa. Así, se distinguen dos tipos de actividades:

1. investigación y desarrollo.
2. esfuerzos de innovación.

La investigación y desarrollo comprende el trabajo creativo emprendido sistemáticamente para incrementar el acervo de conocimientos y el uso de este conocimiento para concebir nuevas aplicaciones. Puede incluir el desarrollo de prototipos y plantas piloto. Un proyecto de I+D puede ser de investigación básica, estratégica, aplicada, o de desarrollo experimental.

Los esfuerzos de innovación incluyen diseño, adquisición de tecnología incorporada y no incorporada al capital, comercialización y capacitación. Comprende la acumulación de capital físico y, además, las formas de capital como el capital humano (incluido el gerencial) y el capital de conocimiento (incluido el informacional).

La innovación se puede dar en tecnología de productos y procesos, organizacional y comercial. Las innovaciones en tecnología de productos y procesos (TPP) comprenden los productos y procesos implementados tecnológicamente nuevos, como también las mejoras tecnológicas de importancia producidas en productos y procesos. Se considera que una innovación TPP ha sido implementada si se la introdujo en el mercado (innovación de producto) o si se la usó dentro de un proceso de producción (innovación de proceso).

La innovación organizacional se define como los cambios en formas de organización y gestión del establecimiento; cambios en la organización y administración del proceso productivo, incorporación de estructuras organizativas modificadas significativamente e implementación de orientaciones estratégicas corporativas nuevas o sustancialmente modificadas.

La innovación comercial trata con la comercialización de nuevos productos; nuevos métodos de entrega de productos; cambios en el empaque y embalaje.

El Manual de Bogotá resalta de la medición del proceso de innovación dos aspectos fundamentales: las condiciones de la inversión y el impacto de la innovación. Las condiciones de la inversión inciden de manera muy importante sobre la decisión de innovar; es por ello que la indagación en torno a la percepción sobre variables como el tipo de cambio, las tasas de interés, los períodos de retorno esperados, la capacitación del personal, etc., resultan fundamentales para evaluar las iniciativas de los esfuerzos que hacen las empresas para desarrollar innovación. Con relación al impacto de la innovación, los inputs de la innovación deberían medirse en términos del aporte al cumplimiento de objetivos estratégicos organizacionales, como aumento de la productividad y de la competitividad. Sin embargo, como se señala en el Manual de Bogotá la medición del *input*

y el *output* de la innovación, así como la relación entre estos presenta grandes dificultades de investigación, más aún en los países en desarrollo caracterizados por presentar condiciones de cambio técnico difusivo/ adaptativo/ incremental.

Es necesario destacar que el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, teniendo en cuenta los resultados y las limitaciones expuestas de la Encuesta de Desarrollo Tecnológico, los avances conceptuales presentados en el Manual de Bogotá, y las experiencias derivadas de las encuestas latinoamericanas, ha planteado el proyecto de una segunda encuesta de desarrollo tecnológico para lo cual ya hizo la prueba piloto con cerca de 200 firmas colombianas. Actualmente el Observatorio está procesando la información de esta prueba piloto con el fin de, a partir de su análisis y resultados, hacer los ajustes metodológicos pertinentes antes de iniciar la segunda encuesta.

3. LAS CAPACIDADES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS

El siguiente capítulo tiene por objeto hacer una evaluación parcial de la capacidad científica y tecnológica del departamento de Caldas, a través del análisis de diversas fuentes de información existentes, como son la Encuesta sobre Desarrollo Tecnológico del Establecimiento Industrial Colombiano del DNP y OCyT (EDT), la Encuesta para Organizaciones de la Actualización del Diagnóstico del Macroproyecto Manizales Eje del Conocimiento (MEC), la Encuesta Empresarial de la Actualización de Indicadores de Competitividad, el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES-ICFES), la Encuesta Nacional sobre Insumos, Actividades y Resultados de la I+D en el Sector de la Educación Superior Colombiana del OCyT, y la Convocatoria a Grupos y Centros de Investigación en el año 2000-Colciencias. Lo anterior es con el propósito de conocer el potencial y algunas limitaciones del sistema de ciencia y tecnología del departamento, aspectos importantes para la construcción del SRICTI. En la última parte del capítulo se presenta la Encuesta de Opinión sobre Desarrollo Tecnológico, diseñada por el CRECE, con la que se pretende obtener información periódica que de cuenta de la evolución de los aspectos claves de la innovación tecnológica en el departamento de Caldas.

3.1. Capacidades y limitaciones económicas de Caldas³

3.1.1. Estructura y dinámica económica del departamento de Caldas

La economía en Caldas al igual que la del resto del país sufrió transformaciones importantes en la década del 90, como consecuencia de las medidas macroeconómicas tendientes a insertar la economía nacional en el

³ Esta sección está basada en CRECE (1997 y 2002a)

contexto mundial. La liberalización de la economía nacional permitió un crecimiento extraordinario de las importaciones, particularmente durante los primeros años, con una tasa de crecimiento promedio en el período 1991-1995 del 29% anual. Los mayores cambios en las importaciones se dieron en los bienes de capital, lo cual implicó cambios tecnológicos importantes en muchos sectores industriales.

La estructura económica del departamento se caracteriza por una participación del sector terciario creciente durante la década del 90, en parte como consecuencia del crecimiento del sector transporte, comunicaciones y financiero⁴. En cambio el sector primario pierde participación en la última década, fenómeno que se acentúa desde 1994; sin embargo, la participación del sector primario es superior en la economía caldense que en el agregado del país.

La pérdida en la participación del sector primario se explica, entre otras razones, por la disminución del peso de la actividad cafetera en el departamento: entre 1980 y 1997 la participación de la actividad cafetera en el valor agregado bruto departamental perdió 5 puntos porcentuales. La aguda crisis cafetera que se intensificó a finales de la década pasada y comienzos de esta, influye en la pérdida del peso relativo de la actividad cafetera en el departamento.

Aunque es evidente la pérdida del sector primario en la economía local, no obstante, los empresarios locales resaltan la importancia de la agroindustria y de la agricultura como sectores clave para el desarrollo económico en el departamento en el futuro (ahora más que en 1997 cuando se hizo el primer diagnóstico de competitividad) (CRECE, 2002a). En este sentido, la Gobernación de Caldas ha venido desarrollando en los últimos años estrategias para el desarrollo de los distritos agroindustriales, que pueden tener un efecto importante para el desarrollo económico y la estabilidad social del departamento.

3.1.2. La inserción internacional del departamento

En cuanto al comercio exterior existen dos aspectos que merecen resaltarse. Por una parte, las exportaciones departamentales han mostrado una dinámica importante durante la última década, especialmente las de maquinaria y equipo y productos de la agroindustria. Esto ha sido posible principalmente por las políticas gubernamentales tendientes a fomentar las exportaciones, y el esfuerzo y la vocación de los empresarios locales por buscar nuevas oportunidades de negocios en el exterior. Por otra parte, las importaciones del departamento también han crecido en la última década: se pasó de importar 33 millones de dólares en 1991 a 94 millones de dólares en el año 2000. El departamento es especialmente importador de productos metálicos, maquinaria (eléctrica y mecánica) y químicos. En Caldas, al igual que en el país, la liberación de la economía durante la última década, ha implicado transformaciones importantes en el aparato productivo, hecho que se manifiesta en el crecimiento de las importaciones de bienes de capital.

A pesar del dinamismo del comercio exterior de Caldas y Colombia en los últimos años, la inserción de la economía en el contexto mundial no ha sido del todo exitosa. La subregión andina y particularmente Colom-

⁴ El sector transporte, comunicaciones y financiero, presentó una tasa de crecimiento anual de 5.1% entre 1980 y 1997 y 6.4% entre 1989 y 1997.

bia está rezagada en este proceso. Un indicador confiable que mide la inserción internacional es la suma de las importaciones y exportaciones como proporción del PIB; en el caso de América Latina y el Caribe, esta relación pasó de 40.9% en la década del 60 a 59.4% en la década del 90, lo que implica un cambio de 18.4 puntos. En Colombia el cambio fue de 25% a 35.2% (10.2 puntos) muy por debajo de la media latinoamericana (que de por sí es baja), incluso al examinar los cambios que se dieron entre la década del 80 y la del 90 (Sachs y Vial, 2002). En Caldas, un estudio del CRECE encontró que el factor de internacionalización en el departamento se deterioró entre 1992/3 y 1998 al hacer la comparación con los demás departamentos del país, perdiendo dos puestos en el ranking de competitividad nacional. (CRECE, 2000).

Sachs y Vial (2002) sostienen que una de las posibles causas del retraso latinoamericano en el campo externo se debe al hecho de que la innovación y la introducción de nuevas tecnologías son factores que se han quedado rezagados en la mayoría de los países de la región, y resalta que la capacidad limitada para la investigación y la prácticamente inexistente relación de las instituciones de investigación con las empresas son factores fundamentales de este rezago.

3.2. La investigación científica en el contexto mundial

En Colombia, y en general en los países latinoamericanos, la investigación científica ha estado afectada por diversos factores que han implicado un retraso tecnológico importante de la región en este aspecto. De acuerdo con Arocena y Sutz, (1999) “la inversión en I+D en América Latina es consistentemente baja si la comparamos con la de la OCDE y con la de los nuevos países industrializados de Asia. Los números son diversos, pero una cosa es clara, ninguno de esos países ha alcanzado el nivel recomendado a las naciones en desarrollo hace treinta años por la UNESCO como el mínimo umbral de inversión en I+D: 1% del PIB”.

El esfuerzo del país en I+D ha sido insuficiente. De acuerdo con la información de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) los gastos en I+D en 2000 en Colombia representaron el 0.24% del PIB, poco menos de la mitad de lo que invirtió la región latinoamericana y aproximadamente nueve veces menos de lo que invierte el conjunto de los países que conforman la OCDE.

Pero en general, la ciencia y la tecnología ha avanzado lentamente en los últimos años. En 2000 los gastos en ciencia y tecnología (que incluye la innovación tecnológica) equivalieron al 0.38% del PIB en Colombia, la mitad de lo que invirtió Latinoamérica y el Caribe y aproximadamente seis veces menos de lo que invierte el conjunto de los países que conforman la OCDE.

La productividad científica además de ser limitada en Colombia, ha crecido a un ritmo inferior al promedio latinoamericano en los últimos cuatro años. De acuerdo con la información de publicaciones registradas en la base de datos PASCAL, el número de publicaciones por cada 100 investigadores aumentó de 4.9 en 1996 a 6.8 en 2000 (39%) mientras que en Latinoamérica pasó de 6.1 a 8.8 en el mismo período (el 43%).

Los resultados tecnológicos en Colombia, evaluados por medio de la solicitud de patentes, han evolucionado de manera importante en los últimos años: entre 1991 y 1999 la solicitud total pasó de 612 a 1800 con un crecimiento de 194%, mientras que en Latinoamérica el aumento en el mismo período fue de 86%. No

obstante, la dependencia tecnológica en Colombia es alta, por ejemplo, al ser comparada con países como Chile: entre 1991 y 1999 la tasa de dependencia en Colombia pasó de 6.2 a 24 (el 287%) mientras que en Chile pasó de 3.7 a 5.7 (el 55%). Lo anterior indica una importante actividad en la solicitud de patentes de personas no residentes del país, y está asociada con el flujo de investigadores del exterior que se ha presentado en los últimos años.

Con relación al recurso humano para la ciencia y la tecnología, en el país ha habido un progreso moderado del capital humano dedicado a la investigación en el contexto latinoamericano: entre 1996 y 2000 el número de investigadores por cada mil integrantes de la PEA pasó de 0.28 a 0.34 (20.4%); en Latinoamérica, aunque el indicador es superior al colombiano, la evolución se da de manera más lenta: pasó de 0.81 a 0.84 (el 1.8%). Esta dinámica, en parte, se debe a las políticas del estado para promover la formación de investigadores.

3.3. Capacidades científicas y tecnológicas del departamento de Caldas

Esta sección tiene por objeto acercarse a un análisis de las capacidades y limitaciones del departamento de Caldas en relación con la ciencia y la tecnología. Para el efecto se partirá de información existente en diversos estudios regionales y nacionales. Aunque la información sobre ciencia y tecnología es insuficiente, la que hay disponible ofrece un contexto general para el departamento que orientará la discusión para la construcción del SRICTI.

3.3.1. La innovación y el desarrollo tecnológico en Caldas

Para el análisis de la innovación y el desarrollo tecnológico de Caldas, la información que se empleará proviene de los resultados de la Encuesta sobre Desarrollo Tecnológico del Establecimiento Industrial Colombiano del DNP y OCyT (EDT), la Encuesta para Organizaciones de la Actualización del Diagnóstico del Macroproyecto Manizales Eje del Conocimiento (MEC) (CRECE, 2002b), la Encuesta Empresarial de la Actualización de Indicadores de Competitividad (CRECE 2002a). Cada una de estas fuentes se analizará separadamente y al final a manera de conclusión se analizarán en forma conjunta los aspectos comunes y más relevantes de estas.

3.3.1.1. Encuesta de Desarrollo tecnológico Colciencias-DNP-OCYT

En esta sección se analiza la dinámica tecnológica del departamento de Caldas en el contexto colombiano, basada en los resultados de la Encuesta de Desarrollo Tecnológico del Establecimiento Industrial Colombiano del DNP y OCyT y en Durán et al (2000).

Según Durán et al (2000) la frecuencia con que los establecimientos de cada región utilizan las fuentes externas para el proceso de innovación es una medida de la capacidad de los mismos para relacionarse con el entorno tecnológico y de la eficiencia del Sistema Nacional de Innovación (SNI) en cada región.

El cuadro 2 muestra la distribución de los establecimientos de acuerdo con la proporción de firmas que emplean las fuentes externas para la innovación. En Colombia las fuentes externas más importantes son la asistencia a ferias y seminarios, los clientes, los cursos y capacitación, la ingeniería en reversa, consultas a bancos de datos y patentes y los proveedores. En el departamento de Caldas los clientes constituyen la fuente más importante de ideas para la innovación, por encima del promedio nacional, seguido por la asistencia a ferias y seminarios y la contratación de consultores e investigadores, cuya frecuencia de respuestas es mayor en Caldas que en el promedio colombiano.

Cuadro 2. Caldas y Colombia. Fuentes externas de ideas para la innovación

Fuente: Encuesta sobre Desarrollo Tecnológico en el Establecimiento Industrial Colombiano 1989-1996, DNP y OCyT

Las actividades de innovación más frecuentes en la industria colombiana son la adquisición de tecnologías incorporadas al capital y la modernización en la gestión y organización del proceso productivo (ver cuadro 3). En la industria caldense las actividades más frecuentes son la capacitación tecnológica en el proceso productivo, la modernización en las formas de organización y administración de los negocios, la modernización en la gestión y organización del proceso productivo y la adquisición de tecnologías incorporadas al capital; en los cuatro casos los resultados en Caldas son superiores al promedio del país.

Otra área donde Caldas presenta diferencias importantes con relación al país es en las actividades de I+D⁵. Pero en cambio, la adquisición de tecnologías no incorporadas al capital⁶ y la capacitación en gestión son actividades que presentan frecuencias inferiores al promedio de la industria colombiana.

Cuadro 3. Caldas y Colombia. Principales actividades de innovación

	Caldas	Promedio
Modernización en las formas de organización y administración de los negocios	82.4	53.1
Modernización en la gestión y organización del proceso productivo	81.3	60.1
Adquisición de tecnologías no incorporadas al capital	9.2	23.9
Adquisición de tecnologías incorporadas al capital	77.2	62.5
Actividades de I+D	42.6	22.2
Capacitación tecnológica (proceso productivo)	82.2	54.5
Capacitación en gestión (administración)	35.7	40.9

Fuente: Encuesta sobre Desarrollo Tecnológico en el Establecimiento Industrial Colombiano 1989-1996, DNP y OCyT

Estos resultados muestran que las empresas de Caldas están, en general, más dispuestas para la innovación y el mejoramiento organizacional, con miras a obtener mejoras en productividad y competitividad. De acuerdo con Durán et al (2000) esta dinámica es encontrada en el Eje Cafetero: las regiones con el mayor dinamismo tecnológico, medido en términos de sus actividades, son en su orden la Zona Cafetera, Valle del Cauca, Cauca, la Costa Atlántica y Antioquia.

Con relación a los resultados de las actividades de innovación, Caldas presenta una mayor proporción de establecimientos que innovan en las cuatro categorías: procesos, productos, gestión y administración y en administración del proceso productivo (ver cuadro 4). Estos resultados también evidencian un importante dinamismo tecnológico de la industria del departamento.

Cuadro 4. Caldas y Colombia. Resultados de las actividades de innovación

Fuente: Encuesta sobre Desarrollo Tecnológico en el Establecimiento Industrial Colombiano 1989-1996, DNP y OCyT

⁵ Las actividades de I+D comprenden el trabajo creativo emprendido sistemáticamente para incrementar el acervo de conocimientos y el uso de este conocimiento para concebir aplicaciones.

⁶ Las tecnologías no incorporadas al capital comprenden las patentes, invenciones sin patentar, divulgación de conocimientos prácticos, marcas comerciales, diseños, patrones y servicios con contenido tecnológico.

Otro aspecto importante para el análisis de la innovación y el desarrollo tecnológico lo constituyen sus limitaciones, que se pueden dividir en cuatro categorías: con respecto al personal y a la capacitación, económicas y del entorno.

Con relación a las limitaciones en el personal y la capacitación, la deficiencia en la formación inicial del personal representa el obstáculo más importante para la innovación tanto en el país como en Caldas (el promedio en Caldas es superior al del país).

Una diferencia importante de las limitaciones encontradas en Caldas se relaciona con los costos de capacitación: mientras en Colombia este factor es el de menor importancia (el 49% de los establecimientos lo consideran como limitación) en Caldas el 61.8% de los establecimientos califican este aspecto como limitación para la innovación. En cambio, los centros de información insuficientes y la resistencia al cambio son calificados con menor frecuencia por parte de los industriales del departamento.

Cuadro 5. Caldas y Colombia. Limitaciones de la innovación con respecto al personal y a la capacitación

	Caldas	Promedio
Deficiencia en la formación inicial del personal	71.4	70.0
Costos de capacitación elevados	61.8	49.0
Centros de formación insuficientes	51.1	54.2
Resistencia al Cambio	51.4	63.3

Fuente: Encuesta sobre Desarrollo Tecnológico en el Establecimiento Industrial Colombiano 1989-1996, DNP y OCyT

Las limitaciones económicas más importantes para la industria colombiana son en su orden el período de retorno incierto, los costos elevados de la innovación y las dificultades de financiamiento. En Caldas los costos elevados de la innovación son la principal limitación económica, calificados por una proporción superior de establecimientos, mientras que los otros dos factores presentan frecuencias inferiores al país.

Cuadro 6. Caldas y Colombia. Limitaciones económicas a la innovación

Fuente: Encuesta sobre Desarrollo Tecnológico en el Establecimiento Industrial Colombiano 1989-1996, DNP y OCyT

En cuanto a las limitaciones del entorno, la que se presenta con mayor frecuencia en el establecimiento industrial colombiano es el escaso apoyo de las instituciones públicas, seguido por la legislación, normas, regulaciones y los impuestos y, finalmente, la escasa colaboración con otros establecimientos. En Caldas la limitación más importante es también el escaso apoyo de las instituciones públicas, aunque la frecuencia encontrada en la industria caldense para este factor es inferior al promedio de la industria del país.

Cuadro 7. Caldas y Colombia. Limitaciones del entorno a la innovación

Fuente: Encuesta sobre Desarrollo Tecnológico en el Establecimiento Industrial Colombiano 1989-1996, DNP y OCyT

De acuerdo con Durán et al (2000), existe una relación perceptible entre las regiones menos innovadoras y la frecuencia en las limitaciones a la innovación. Es decir que en las regiones con una menor proporción de establecimientos innovadores los obstáculos a la innovación tienden a ser más frecuentes. Según este estudio en la Zona Cafetera, que es una región dinámica (alta proporción de establecimientos innovadores), las limitaciones no son tan frecuentes como en el promedio nacional sobre todo en las limitaciones de tipo económico y de entorno.

La EDT también permite hacer un análisis de la presencia del Sistema Nacional de Innovación en el departamento. El análisis de la relación de las industrias con el SNI se hace alrededor de cuatro temas. En primer lugar se evalúa la relación con los centros de desarrollo tecnológico. En segundo lugar, se estudia la labor de Colciencias, en cuanto al conocimiento que tienen los establecimientos acerca de los tipos de servicios que presta. En tercer lugar, se analiza la relación con el sistema de financiamiento. Y por último, se aborda el tema de los incentivos fiscales, su conocimiento y uso por parte de los establecimientos.

Cuadro 8. Caldas y Colombia. Relación de los establecimientos con los centros de desarrollo tecnológico

Fuente: Encuesta sobre Desarrollo Tecnológico en el Establecimiento Industrial Colombiano 1989-1996, DNP y OCyT

Con relación a los Centros de Desarrollo Tecnológico, el 42.3% de los industriales del país conoce algunos CDT, y solo el 28.4 los utiliza. Las proporciones para los establecimientos industriales del departamento de Caldas son 39.6% y 22.4%. Esta diferencia puede ser explicada debido a que en la región la oferta de CDT's es prácticamente inexistente. De acuerdo con Durán et al (2000),

“se observa que en Antioquia, Bogotá/Cundinamarca/Boyacá y Valle del Cauca/Cauca (regiones en las cuales el conocimiento de los CDT es importante), la mayoría de los CDT que conocen y utilizan los establecimientos pertenecen a la misma región geográfica. Esto se debe al hecho de que la mayoría de los CDT están ubicados en

esas regiones. Además, los establecimientos se incentivan a acudir a los CDT cuando estos están ubicados en su región. Por lo tanto, el hecho de que en determinadas regiones no existan CDT es una limitación para que el establecimiento acceda a los servicios que ofrecen estos centros.”

La labor de Colciencias es más conocida por los establecimientos de Caldas, aunque la proporción es igualmente reducida. Los establecimientos industriales del departamento que conocen la labor de Colciencias conocen los servicios de la institución excepto el otorgamiento de becas crédito para la formación de recursos humanos, cuya proporción es significativamente menor al promedio colombiano.

Cuadro 9. Caldas y Colombia. Conocimiento de la labor de Colciencias

	Establecimientos que conocen la labor de Colciencias	Tipos de servicios conocidos			
		Apoyo a Centros de Desarrollo Tecnológico	Cofinanciación proyectos I+D	Créditos blandos para innovación y desarrollo tecnológico	Otorgamiento becas-crédito para formación de recursos humanos en CyT
Caldas	15.4	100.0	100.0	100.0	49.2
Promedio	8.5	81.6	90.3	77.0	67.6

Fuente: Encuesta sobre Desarrollo Tecnológico en el Establecimiento Industrial Colombiano 1989-1996, DNP y OCyT

Con relación a la solicitud de créditos para la innovación y el desarrollo tecnológico, en promedio el 30.7% de los establecimientos colombianos los ha solicitado; en Caldas la frecuencia es mayor (36.7%), resultado que, al parecer, está directamente relacionado con la mayor dinámica encontrada en el departamento con relación a la innovación y al desarrollo tecnológico.

Cuadro 10. Caldas y Colombia. Solicitud para innovación y desarrollo tecnológico

Fuente: Encuesta sobre Desarrollo Tecnológico en el Establecimiento Industrial Colombiano 1989-1996, DNP y OCyT

De los establecimientos que han solicitado créditos, en el departamento de Caldas el 27.1% tuvo problemas en la solicitud y tramitación del crédito (el 39.5% en el país). En cuanto a los tipos de problemas encontrados, se destaca el hecho de que en el departamento el 100% de los establecimientos tienen inconvenientes en la dificultad para formular el proyecto en la forma especificada, en la demora en la divulgación, la gestión jurídica y en el desembolso.

Cuadro 11. Caldas y Colombia. Problemas con la solicitud y tramitación de créditos para desarrollo tecnológico

	Tipos de problemas							
	Establecimientos que han tenido problemas con la solicitud y tramitación	Dificultad para formular el proyecto de la forma especificada	Demora en la evaluación	Demora en la gestión jurídica	Demora en el desembolso	Manejo administrativo de proyectos	Desconocimiento del tema por parte de evaluadores	Presentación de informes financieros
Caldas	27.1	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0
Promedio	39.5	35.4	52.7	46.0	45.3	28.9	23.8	35.0

Fuente: Encuesta sobre Desarrollo Tecnológico en el Establecimiento Industrial Colombiano 1989-1996, DNP y OCyT

En cuanto a los incentivos fiscales para el desarrollo tecnológico, son conocidos por el 9% de los industriales de Caldas (11.2% en el país); fundamentalmente se conocen la deducción de impuestos por donaciones en ciencia y tecnología (el 86.8%) y la exención del IVA por importación de bienes para proyectos de ciencia y tecnología.

En Caldas la principal razón por la cual no se usan los incentivos tributarios es el exceso de trámites, aunque la proporción es baja. A nivel nacional la principal razón por la que no se conocen los incentivos es la falta de divulgación, aspecto que no es problemático en el caso de Caldas.

Cuadro 12. Caldas y Colombia. Incentivos fiscales al desarrollo tecnológico

	Establecimientos que conocen los incentivos fiscales para I+D	Incentivos conocidos			Razones por las cuales no se usan los incentivos		
		Deducción de impuestos por donaciones en CvT	Deducción de impuestos por inversión en CvT	Exención IVA por importación de bienes para proyectos de CvT	Falta de divulgación	Exceso de trámites	No es suficiente el incentivo fiscal
Caldas	9.0	86.8	26.3	86.8	1.2	7.8	0.0
Promedio	11.2	73.1	66.7	76.9	53.4	12.3	6.4

Fuente: Encuesta sobre Desarrollo Tecnológico en el Establecimiento Industrial Colombiano 1989-1996, DNP y OCyT

3.3.1.2. Encuesta para Organizaciones de la Conceptualización y Ajuste al Planeamiento Estratégico del Macroproyecto Manizales Eje del Conocimiento⁷

La Encuesta para Organizaciones del MEC proporciona información más actualizada de algunas características de las actividades científicas llevadas a cabo por el sector empresarial de Manizales en los últimos años. Para el análisis de la información se decidió depurar la base de datos de la encuesta con el propósito de limitar el análisis al sector industrial productor de bienes, en lo posible, para comparar los resultados de la encuesta con los de la EDT.

a) La Investigación científica de acuerdo con la encuesta de organizaciones

Los resultados más relevantes del módulo de investigación científica de la Encuesta para Organizaciones de la Actualización del Diagnóstico del Macroproyecto Manizales Eje del Conocimiento se muestran en el cuadro 13.

Cuadro 13. Características generales de la investigación científica y desarrollo en Manizales

Fuente: Encuesta para Empresarios (CRECE, 2002b).

***Nota: los porcentajes se calculan con base en las empresas que desarrollaron actividades de investigación científica en los últimos 10 años.**

⁷ La encuesta fue desarrollada en el estudio del CRECE (2002b)

En cuanto a las actividades científicas, el 47.8% de las empresas entrevistadas realizó y/o contrató actividades de I+D en los últimos 10 años. Las principales razones que exponen los empresarios para realizar y/o contratar estas actividades son fundamentalmente para realizar innovaciones de productos y para la optimización de procesos. En menor medida por la necesidad de búsqueda de nuevos mercados y las mejoras en gestión. Este resultado, en parte, puede estar relacionado con el relativo éxito del industrial caldense en los mercados comerciales extranjeros a lo largo de la década pasada, en el sentido de que para lograr insertarse en los mercados mundiales es necesario mejorar los productos, procesos y formas de gestión y organización de la empresa.

De acuerdo con los resultados de la EDT la innovación de productos ocupa un lugar secundario en los resultados de las actividades de I+D; en cambio la innovación en gestión y administración ocupa el lugar más importante.

Sobre la procedencia de los recursos para la investigación, todos los entrevistados manifestaron que los recursos propios son la principal y casi la única fuente de recursos para la financiación de las actividades de investigación. Una baja proporción de empresarios (18.2%) ha financiado (o cofinanciado) parte de sus actividades de investigación con recursos provenientes de organismos de fomento de la ciencia y la tecnología (como Colciencias).

Las áreas requeridas para realizar investigaciones son principalmente la comercialización y las nuevas oportunidades de mercado (el 56.5% y el 52.2% de los industriales entrevistados respectivamente), resultados que confirman que existe una vocación importante de los empresarios de Manizales por buscar nuevos mercados y afianzarse en los mercados existentes en el exterior. La innovación de productos y la gestión de procesos también son áreas requeridas por una proporción importante de empresarios (47.8% en ambos casos).

En cuanto a los obstáculos para las actividades de investigación en Manizales, los factores económicos cuentan como el principal para una amplia proporción de empresarios (62%); para una proporción menor la falta de personal capacitado en las empresas y la cultura institucional son también obstáculos (el 28.6% y el 23.8% de los entrevistados respectivamente).

b) La innovación en Manizales de acuerdo con la encuesta para organizaciones

El cuadro 14 presenta los resultados del módulo sobre innovación de la Encuesta para Organizaciones.

Cuadro 14. Características generales de la innovación en Manizales*

Fuente: Encuesta para Empresarios (CRECE, 2002 b).

*Nota: los porcentajes se calculan con base en las empresas que desarrollaron actividades de innovación en los últimos 6 años.

El 65.2% de los industriales manizaleños entrevistados manifestó haber realizado actividades de innovación en los últimos 6 años. Los principales resultados de la innovación de productos que llevan a cabo los empresarios de Manizales son en su orden la mejora tecnológica de un producto existente y la introducción de productos nuevos como resultado de las actividades de innovación (para el 86.7% y 73.3% de los empresarios respectivamente). Los principales resultados de la innovación en procesos se presentan en la mejora tecnológica de los procesos existentes y la nueva tecnología de proceso como resultado de la adquisición de maquinaria incorporada, resultado que está estrechamente relacionado con la dinámica de las importaciones de bienes de capital que se ha presentado en los últimos años en la industria local. Vale la pena mencionar que de acuerdo con el informe de actualización de indicadores (CRECE 2002a) la actividad innovadora ha disminuido en los últimos años:

“... ha disminuido notablemente el porcentaje de empresarios que tiene como práctica permanente (del 68% al 47%) y esporádica (del 30% al 28%) el desarrollo de nuevos procesos de producción en su empresa. En relación con el mejoramiento de los procesos de producción existentes en la empresa, esta práctica ha disminuido notablemente: es permanente para un poco más de la mitad de los entrevistados: 56% (87% en 1997); esporádica para el 17% (13% en 1997) y nula para el 7% (para ninguno de los entrevistados en 1997).

Estos resultados están ligados con la disminución de empresarios que afirma haber lanzado al mercado nuevos productos en los últimos cuatro años: 76% (93% en 1997); con los que realizan actividades de innovación: 38% (62% no realizan) y de investigación y desarrollo: 21% (79% respondió negativamente)”.

Los recursos para la innovación son en su totalidad provenientes de los rendimientos económicos generados por las mismas organizaciones.

Los factores económicos cuentan como la principal limitación para la innovación en Manizales (el 62% de los entrevistados), seguido de la falta de interés de la organización (34.8%) y la insuficiencia de personal calificado (30.4%). De acuerdo con la actualización del módulo empresarial del Programa de Competitividad de Caldas (CRECE, 2002 a), las principales limitaciones para la innovación en las organizaciones son la escasez de recursos financieros (el 76% de los entrevistados), la incertidumbre política y social del país (73%) y la incertidumbre económica y financiera (56%).

En el mismo sentido, el estudio de Durán et al (2000) sostiene que

“las limitaciones económicas a la innovación más importantes en el establecimiento industrial colombiano son el período de retorno incierto, los costos elevados y las dificultades de financiamiento, siendo los costos elevados de la innovación el obstáculo más frecuente en todas las regiones del país (en el eje cafetero el 79.6% de los establecimientos manifiesta este obstáculo).”

Conocer los vínculos de los empresarios con las diversas instituciones que conforman el entramado de la ciencia y la tecnología es fundamental para analizar el grado de fortalecimiento que existe en el sistema de innovación. El siguiente cuadro muestra las respuestas de los empresarios ante el cuestionamiento sobre las relaciones con instituciones.

Cuadro 15. Relacionamiento de la industria de Manizales

	Local	Regional	Nacional	Internacional
a. Sector productivo	20%	7%	53%	13%
b. Sector público	7%	7%	7%	0%
c. Universidades Públicas	40%	0%	0%	0%
d. Universidades Privadas	33%	0%	7%	0%
e. Centros de Investigación	0%	7%	13%	7%
f. Consultores	0%	0%	27%	13%
g. ONGs	0%	0%	0%	0%
h. De manera individual	27%	0%	13%	0%

Fuente: Encuesta para Empresarios (CRECE, 2002b).

Las relaciones de los industriales de Manizales para adelantar procesos de innovación se dan fundamentalmente con entidades nacionales. En el ámbito local el 40% de los industriales afirma establecer relaciones con las universidades públicas para llevar a cabo procesos de innovación, el 33% las hace con las universidades privadas y el 20% con entidades del sector productivo. A nivel nacional las relaciones más importantes se dan con el sector productivo (el 53% de los entrevistados) y con los consultores (27%). Los vínculos con los centros de investigación del nivel local son nulos, y escasos a nivel regional. Esto precisamente se debe a la oferta insuficiente de centros de investigación de la región y a la inexistencia de CDT. Pero tampoco existen vínculos fuertes con los centros de investigación nacionales (sólo el 13% de los entrevistados afirma tenerlos) e internacionales (7% de los entrevistados).

3.3.2. Los recursos humanos para la ciencia y la tecnología

El capital humano es el factor más importante del sistema de ciencia y tecnología, de ahí que exista la necesidad de cuantificar las fortalezas y limitaciones de una región en su recurso humano abocado en los procesos de investigación científica y desarrollo. Aunque formalmente no existe información para Caldas que permita conocer las características de los recursos humanos, desde el punto de vista de los indicadores de la ciencia y la tecnología, es posible acercarse a este conocimiento a través de los diversos estudios que se han llevado a cabo en el CRECE y el OCyT además de la información del ICFES sobre educación superior.

3.3.2.1. Capacidad del recurso humano en la industria de Manizales

A continuación se hace un análisis de las capacidades empresariales en lo referente a los recursos humanos, a partir de los resultados de la encuesta para organizaciones (CRECE, 2002 b).

De acuerdo con la encuesta, dentro de los factores que influyen en los logros obtenidos por las organizaciones, la capacidad técnica del personal fue calificada favorablemente por la totalidad de los entrevistados. Otros factores favorables del recurso humano de las organizaciones de Manizales son la actitud frente al cambio (el 83%), los programas de capacitación y la estabilidad (78%) y el manejo de sistemas (77%). Por otro lado, el factor más desfavorable de acuerdo con la opinión de los industriales es el manejo de idiomas (el 27% de los industriales entrevistados).

Cuadro 16. Factores que inciden en los logros

Fuente: Encuesta para Empresarios (CRECE, 2002 b).

Los entrevistados del sector industrial de Manizales, en general, perciben que el personal que labora en sus empresas tiene cualidades positivas, sobre todo en lo que se refiere al desempeño laboral (la totalidad de los entrevistados) y la calidad humana (el 96%); también, pero en menor proporción, la calidad técnica y la actitud frente al cambio son aspectos favorables.

Cuadro 17. Características del personal

Fuente: Encuesta para Empresarios (CRECE, 2002 b).

Al preguntarles a los industriales sobre las diferencias en el recurso humano que se forma en Manizales frente al que proviene de otras regiones, las respuestas permiten concluir que existen ciertas fortalezas en las personas capacitadas en Manizales, sobre todo en calidad humana y en desempeño laboral.

Cuadro 18. Características personal formado en Manizales frente a otros

Fuente: Encuesta para Empresarios (CRECE, 2002 b).

Un aspecto que está estrechamente relacionado con la importancia del recurso humano capacitado en la región para el desarrollo industrial se aborda al cuestionar la pertinencia de las universidades en la formación de los profesionales requeridos por las empresas y la investigación. Con respecto al primer factor, el 64% de los industriales considera que la formación del recurso humano en la región es buena pero un 27% considera que es mala. Con relación a la investigación, sólo el 37% de los entrevistados considera que es pertinente para las necesidades de los industriales, mientras que el 53% considera que es regular. Estos resultados evidencian la desarticulación que existe entre el sector productivo y la academia, sobre todo en lo que se refiere a la investigación científica.

Cuadro 19. Pertinencia de las universidades

Pertinencia de las universidades en los siguientes aspectos	Buono	Regular	Malo
Formación de profesionales acorde a las necesidades de las instituciones	64%	27%	9%
Investigación frente a necesidades concretas de la ciudad	37%	53%	11%

Fuente: Encuesta para Empresarios (CRECE, 2002 b).

Con respecto a la capacitación, el recurso humano con que cuenta la industria de Manizales se forma principalmente en mercadeo (el 65% de los entrevistados), informática y comunicaciones (57%), planeación y gestión empresarial (52%), automatización (48%) y en innovación y productividad (43%).

Los principales obstáculos para los procesos de capacitación son económicos (para el 70% de los industriales) y el tiempo (61%). Pero por otro lado, factores como la motivación del personal y la calidad de la oferta local no son considerados como obstáculos para la gran mayoría de los industriales entrevistados.

Cuadro 20. Capacitación del recurso humano y obstáculos

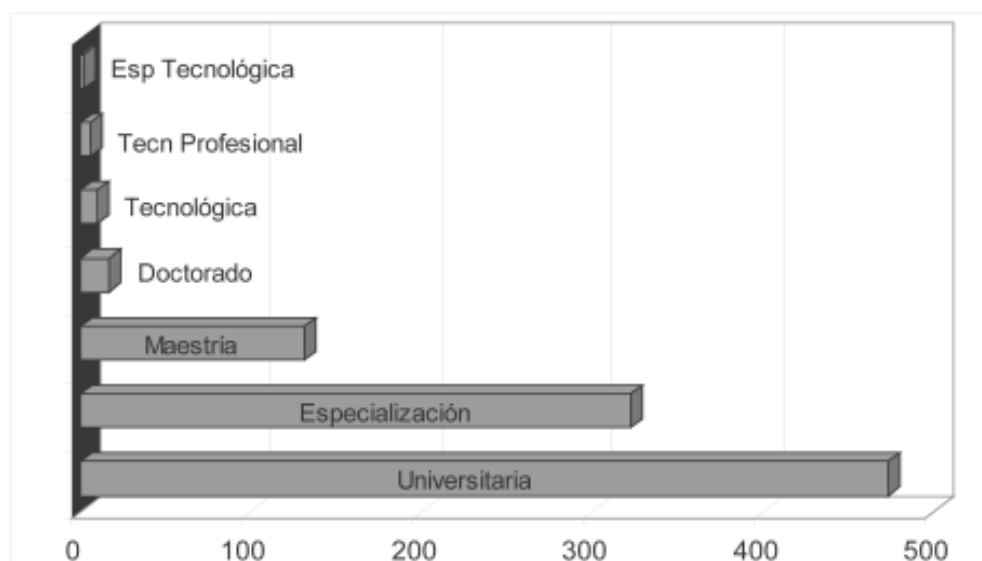
Fuente: Encuesta para Empresarios (CRECE, 2002 b).

3.3.2.2. Potencial científico del departamento desde el punto de vista de los docentes universitarios

La universidad es el eje central del conocimiento, dado que es en ella donde se forman los investigadores científicos. Es claro que la enseñanza impartida en las universidades y la orientación y desarrollo de la investigación desde la universidad juegan un papel central para el desarrollo del conocimiento. Es por ello que conocer los niveles de formación de los docentes e investigadores universitarios es relevante para comprender mejor las capacidades científicas de una región. Además vale la pena decir que la mayor parte de los centros y grupos de investigación están presentes en las universidades del departamento.

Un indicador que permite acercarse a este conocimiento es la proporción de docentes según su nivel de formación. De acuerdo con la información del Sistema de Información de la Educación Superior del ICFES (SNIES), en Caldas predominan los docentes universitarios con formación universitaria (473 docentes) y especialización (322). Por otra parte, en las universidades de Caldas existen 131 docentes con formación en maestría y sólo 17 doctores. Estas cifras muestran debilidades de la investigación en el departamento desde el punto de vista de la baja proporción de docentes universitarios con formación en maestría y doctorado; este hecho también está relacionado con la desarticulación que existe entre el sector productivo y el académico en lo que se refiere a la investigación. Pese a lo anterior, el departamento se encuentra en una posición relativamente aceptable en el contexto nacional, como se verá más adelante.

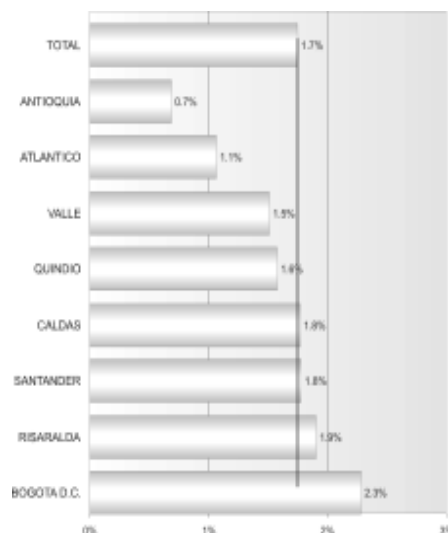
Gráfica 2. Caldas. Docentes universitarios por nivel de formación



Fuente: SNIES-ICFES 2002

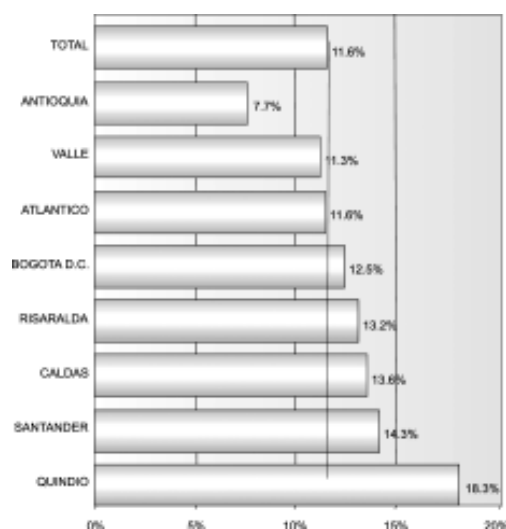
Al comparar la proporción de los docentes universitarios según su nivel de formación con otros departamentos, los resultados muestran una posición modesta para Caldas.

Con relación a la proporción de docentes universitarios con formación de doctorado en el total de docentes universitarios el departamento está ligeramente por encima del promedio de los departamentos seleccionados: el 1.8% de los docentes universitarios en Caldas son doctores.

Gráfica 3. Participación de los docentes con formación de doctorado

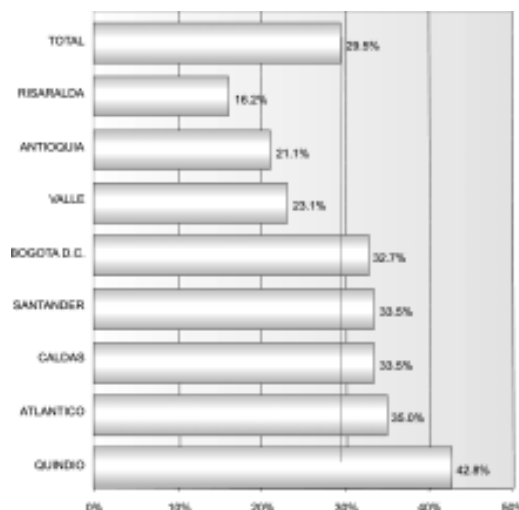
Fuente: Cálculos con base en SNIES-ICFES 2002

En cuanto a los docentes universitarios con formación en maestría, en Caldas representan el 13.6% del total, por debajo de Quindío y de Santander, y por encima de departamentos como Risaralda, Valle, Antioquia y Bogotá D.C.

Gráfica 4. Participación de los docentes con formación de maestría

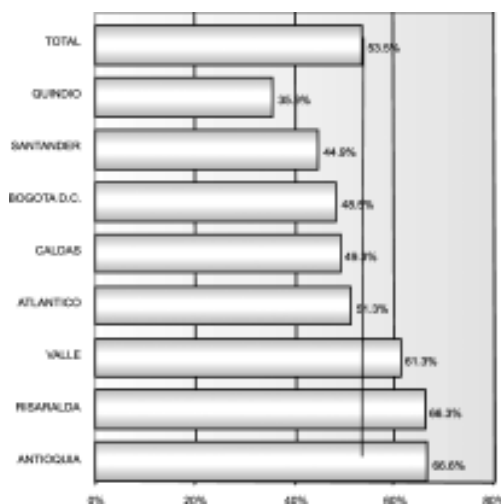
Fuente: Cálculos con base en SNIES-ICFES 2002

Por otra parte, los docentes universitarios especialistas en Caldas representan el 33.5%, mayor al promedio de los departamentos seleccionados (29.5%).

Gráfica 5. Participación de los docentes con formación en especialización

Fuente: Cálculos con base en SNIES-ICFES 2002

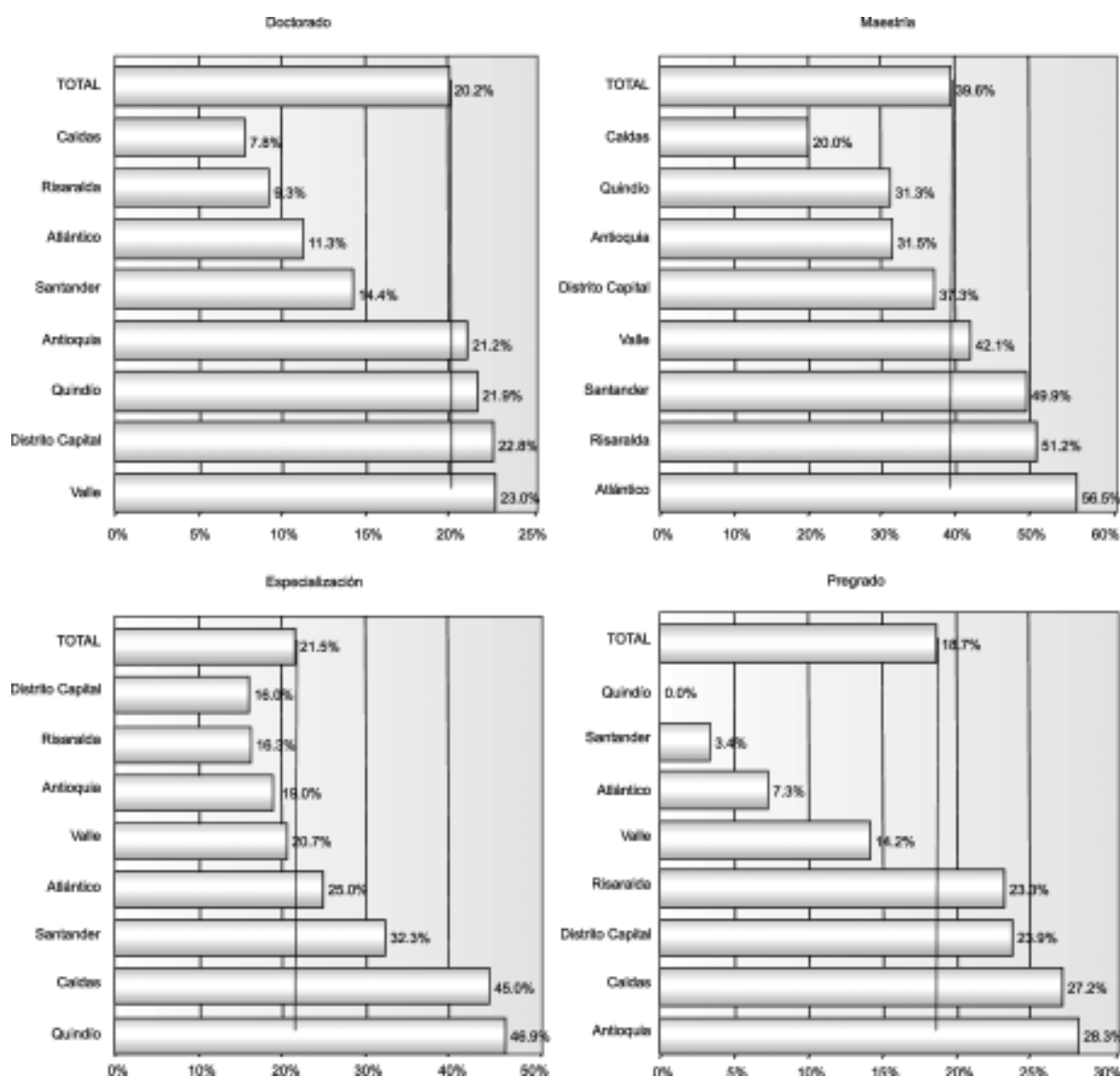
Aunque el predominio de los docentes en el país está en aquellos con formación universitaria, el departamento de Caldas está por debajo de la proporción promedio de los departamentos seleccionados para el análisis.

Gráfica 6. Participación de los docentes con formación universitaria

Fuente: Cálculos con base en SNIES-ICFES 2002

Adicional a la información anterior, existe otra fuente que permite ampliar el conocimiento de la capacidad científica de los investigadores universitarios, y es la que proviene de la Encuesta Nacional sobre Insumos, Actividades y Resultados de la I+D en el Sector de la Educación Superior Colombiano del OCyT. Los resultados se muestran en la gráfica 7.

Con relación a los investigadores universitarios con formación de doctorado, en Caldas la participación en el total es de 7.8%, inferior al promedio de los departamentos seleccionados (20.2%). Igualmente, la proporción de investigadores con maestría en el total es la más baja de los departamentos seleccionados (el 20%, promedio 39.6%). En cambio, en Caldas existe un mayor predominio de los investigadores con formación universitaria y de especialistas: el 45% de los investigadores de las universidades entrevistadas son especialistas y el 27.2% posee formación universitaria.

Gráfica 7. Participación de los investigadores universitarios según su nivel de formación

Fuente: Cálculos con base en el OCyT

Se puede concluir de los resultados anteriores que uno de los aspectos que limitan el desarrollo de la investigación a nivel de las universidades es la formación de sus docentes e investigadores, dado que la mayoría de ellos no tienen la formación en niveles superiores como maestría o doctorado.

La investigación en las universidades que fueron entrevistadas en Caldas se orienta principalmente a las ciencias sociales, médicas y agrícolas: el 31.2% de los investigadores universitarios se dedican a la investigación en ciencias sociales, el 27% a la investigación en ciencias médicas y el 16.3% a la investigación en ciencias agrícolas (ver gráfica 8). En cambio, en el país los investigadores universitarios se desempeñan, además de las ciencias sociales, fundamentalmente en la investigación en ciencias naturales y exactas (el 26.1% de los investigadores) y en la ingeniería y tecnología (20.6%).

Gráfica 8. Participación de los investigadores universitarios según especialidad de la ciencia

Fuente: Cálculos con base en el OCyT

3.3.3. Grupos y centros de investigación de Caldas en el contexto nacional

Los resultados de la convocatoria a grupos y centros de investigación de Colciencias en el 2000 proporcionan información pertinente sobre el estado de la ciencia y la tecnología del departamento de Caldas, en la medida en que permiten evaluar la calidad de estos grupos y centros en el entorno nacional.

Las gráficas 9 y 10 muestran el número de Centros y Grupos de investigación clasificados en la convocatoria de Colciencias del 2000 para el escalafonamiento de Centros y Grupos de Investigación Científica en Colombia.

Gráfica 9. Número de grupos de investigación por ciudad

Fuente: Colciencias, Convocatoria a Grupos y Centros de Investigación 2000

Gráfica 10. Número de centros de investigación por ciudad

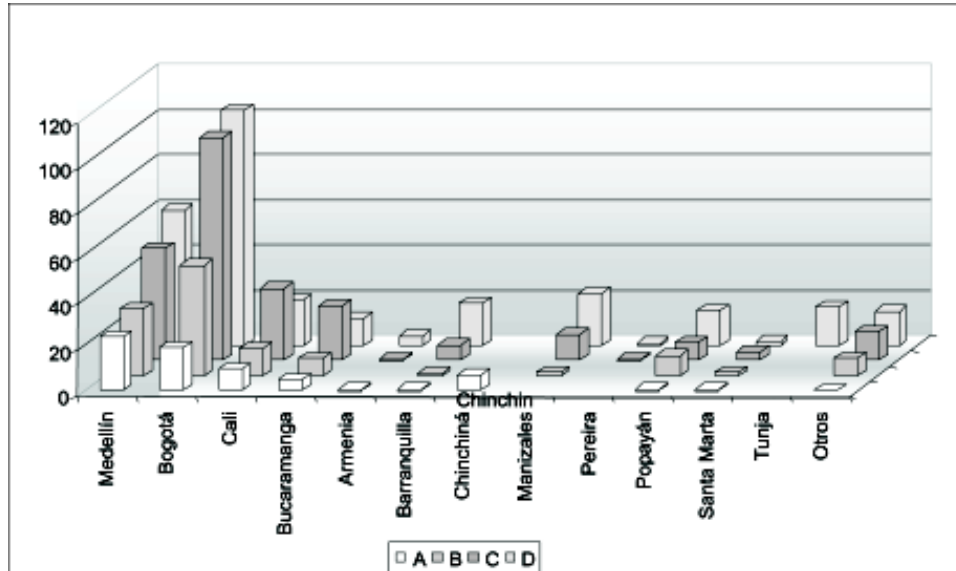
Fuente: Colciencias, Convocatoria a Grupos y Centros de Investigación 2000

Las anteriores gráficas muestran cifras que permiten realizar una aproximación cuantitativa al estado de la investigación en Caldas, desde el punto de vista de la existencia y calidad de los grupos y centros de investigación. En el contexto nacional, en términos de número de grupos y centros, Manizales ocupa un lugar comparativamente alto. En ambos casos es la quinta ciudad del país, con el 5% de los grupos y el 8% de los centros que asistieron a la convocatoria. Vale la pena resaltar que en Chinchiná existe un centro de investigación de alto nivel y 7 grupos que representan el 1% de los centros y grupos de la convocatoria.

Un punto que debe advertirse aquí es que, de acuerdo con la clasificación de Colciencias, un grupo es un “Conjunto de personas que trabajan en un mismo tema de investigación o desarrollo tecnológico durante un tiempo suficiente para producir resultados. El grupo se conoce por sus resultados. Por ellos se mide su calidad. Si ellos no existen, no hay grupo” (Colciencias, 2001). Un centro es “Un tipo de entorno institucional adecuado para que funcionen los grupos, con algún grado de autonomía. Su objetivo son las actividades de ciencia y tecnología. Su calidad se reconoce por la de sus grupos. Si no tiene grupos no hay centro”. (Colciencias, 2001). Esto significa que los grupos y centros que aparecen en los gráficos anteriores todos tienen productos reales de investigación, lo cual sugiere que, en este sentido, el departamento cuenta con una dotación investigativa importante en el nivel nacional.

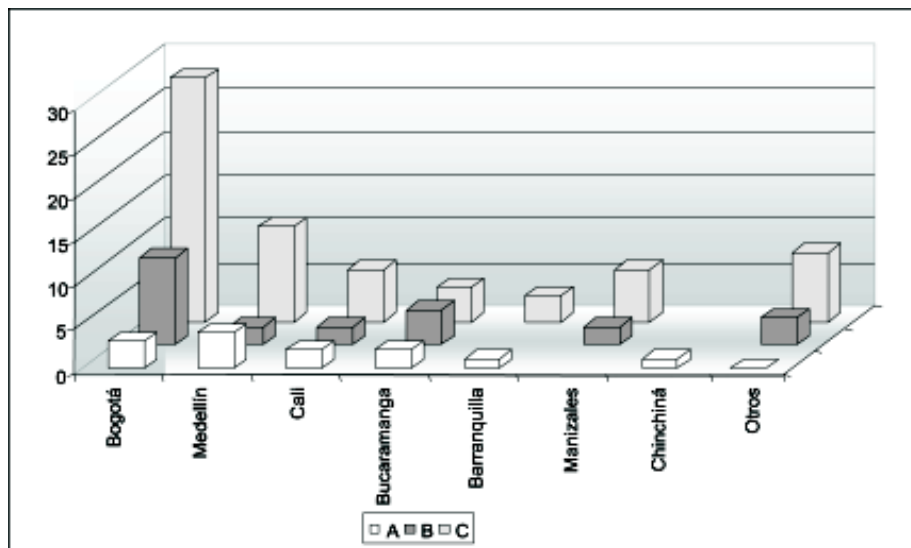
Sin embargo, en términos de la internacionalización de esa investigación, entendida en cuanto a la generación de productos de investigación de categoría internacional, Manizales presenta un comportamiento relativamente inferior. Cabe aclarar aquí que la convocatoria de Colciencias no tenía un carácter evaluativo sino más bien clasificatorio. No obstante, a partir de los parámetros con los cuales Colciencias distribuye los grupos y centros en el escalafón, se pueden hacer algunas consideraciones cualitativas sobre el estado de la investigación en la ciudad. Al respecto, examinemos las siguientes gráficas:

Gráfica 11. Número de grupos de investigación por ciudad y escalafón



Fuente: Colciencias, Convocatoria a Grupos y Centros de Investigación 2000

Gráfica 12. Número de centros de investigación por ciudad y escalafón



Fuente: Colciencias, Convocatoria a Grupos y Centros de Investigación 2000

Uno de los requisitos necesarios para que un Grupo entre en el escalafón A (el cual es denominado por Colciencias como “Orientación Internacional”) es que tenga por lo menos tres productos de categoría internacional (es decir, artículos publicados en revistas internacionales indexadas, libros publicados en editoriales de reconocida circulación internacional, o patentes otorgadas). De la misma manera, un requisito mínimo para que un Centro entre en el escalafón A es que tenga por lo menos un grupo de categoría A. Como lo muestran las gráficas anteriores, Manizales no tiene ningún grupo en la categoría A, y tampoco tiene ningún centro en esta categoría, a diferencia de ciudades que, como Armenia, cuentan con menor número de centros y grupos. Pero en Chinchiná la situación es resaltable, pues existe un centro de investigación y 7 grupos clasificados en la categoría A.

Para el caso de Manizales, este resultado no significa que no haya ningún tipo de relación internacional. Sin embargo, señala que esas relaciones son todavía incipientes, y que la ciudad todavía tiene un carácter mayoritariamente receptivo en términos de investigación. Esto se explica también, en parte, por los bajos niveles de formación de los docentes universitarios, como se mostró anteriormente.

Además, hay factores adicionales que ayudan a explicar el bajo grado de internacionalización del trabajo investigativo de la ciudad. En primer lugar, está el hecho de que las universidades (que son las instituciones que tienen un mayor número de grupos y centros de investigación en Manizales) no cuentan con redes sistemáticas de intercambios, ni siquiera en relación con centros y grupos regionales de reconocida trayectoria.

3.4. La Encuesta de Opinión de Desarrollo Tecnológico

Durante el mes de mayo de 2003 el CRECE aplicó una encuesta de opinión diseñada y validada con el OCyT. El propósito de esta encuesta es evaluar la conducta tecnológica de corto plazo de la industria del departamento, para contribuir en la orientación de la política científica y tecnológica del departamento. La encuesta se aplicaría una vez por año, tiempo pertinente para obtener resultados satisfactorios sobre la dinámica tecnológica del sector industrial. En el anexo 1 se presenta el formulario de dicha encuesta.

Hay que decir que hasta el momento la respuesta de los empresarios no ha sido suficiente pues de las casi cerca de 100 encuestas que se enviaron sólo ha respondido aproximadamente el 10% de los industriales.

Este instrumento es muy útil para el SRICTI, ya que se contaría con información cualitativa que permita evaluar el estado de la innovación tecnológica del departamento. (Ver anexo parte IV)

4. UNA AGENDA DE TRABAJO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SRICTI

El siguiente capítulo discute el horizonte y los retos para la construcción y puesta en marcha del SRICTI, entendiendo que dicho sistema requiere además de información, la coordinación y el trabajo conjunto con el OCyT, como institución encargada, entre otras, de construir las bases conceptuales y producir información pertinente de los aspectos claves de medición de la ciencia y la tecnología en el país.

4.1. Relacionamiento bases de datos, indicadores e información

Como una primera aproximación al problema de la conformación de un sistema regional de información de ciencia, tecnología e innovación, se plantean dos retos para desarrollar: (a) un sistema de indicadores y (b) un sistema de capacidades institucionales.

Con relación al sistema de indicadores es importante medir regionalmente las actividades y el impacto del sistema de ciencia y tecnología regional, desde la perspectiva de la inversión, los recursos humanos, y la productividad e impacto.

A su vez esta información debe incluir tanto las actividades propias de investigación y desarrollo, como las actividades consideradas de ciencia y tecnología y de servicios.

Como se ha mostrado en el análisis precedente, existe una interacción con la información y los indicadores contruidos a nivel central, que dan cuenta de procesos regionales a nivel macro y general. El reto del Sistema Regional de Indicadores de Ciencia y Tecnología es el de aportar, por una parte, a la construcción de información generada en el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología y, por la otra, a complementar dicha información para dar cuenta de procesos meso y micro de la región, así como a contribuir al entendimiento y análisis de los temas de ciencia, tecnología e innovación para la competitividad regional.

Con respecto a las capacidades institucionales se hace necesario completar el mapa institucional del sistema de ciencia y tecnología regional, que apuntará a conocer el potencial que tiene el departamento para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Dentro de las instituciones que forman parte del sistema de ciencia, tecnología e innovación regional, se distinguen cinco tipos: (a) sector empresarial; (b) el sector público; (c) el sector privado sin fines de lucro; (d) el sector educativo y (e) el sector de hospitales y clínicas.

Con relación al sector productivo privado el esfuerzo se debe orientar a la consolidación de los esfuerzos para la construcción de información e indicadores que den cuenta del desarrollo científico y tecnológico, a través de la integración de la información nacional existente, como es el caso de las encuestas de desarrollo tecnológico, con las encuestas de competitividad y percepción de Caldas y la región cafetera llevadas a cabo por el CRECE. Así mismo, se hace necesario avanzar en la construcción de indicadores para sectores específicos no contemplados en las encuestas de desarrollo tecnológico, como es el caso del sector agropecuario, importante en la competitividad regional y del sector servicios.

Con relación al sector público, está más relacionado con el financiamiento y la asignación de recursos para investigación y desarrollo, a través de las instituciones que lo conforman, o a través del gasto regional departa-

mental. Esta información se debe construir desde la perspectiva departamental, teniendo en cuenta la normalización conceptual y el tratamiento homogéneo que se le debe dar a la información de acuerdo a los parámetros de medición establecidos a nivel nacional por el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. Desde esta perspectiva el Sistema Regional de Indicadores de Ciencia y Tecnología se convierte en un instrumento importante para captar información complementaria del orden nacional y central.

Con respecto al sector privado sin ánimo de lucro, principalmente el conformado por los centros de investigación, la información básica provendrá de los resultados de las convocatorias de grupos y centros de investigación, insumo fundamental para realizar análisis de la situación regional.

Con relación al sector educativo, principalmente el relacionado con la educación superior, el Sistema Regional de Indicadores de Ciencia y Tecnología debe incorporar la información y los indicadores que se están construyendo en el proyecto “Hacia un Sistema de Información de Educación Superior” que, además de contener información relevante sobre la formación de recursos humanos y mercados laborales, da cuenta de la productividad de los docentes y sus actividades y dedicación a la investigación.

Finalmente, con respecto al sector de clínicas y hospitales en relación a las actividades científicas y tecnológicas que desarrollan, habría necesidad de diseñar una encuesta particular que de cuenta de indicadores e información relevante al respecto. Un punto de aproximación importante puede estar dado por el vínculo con las actividades de esta naturaleza provenientes del sector educación, sus grupos y centros de investigación.

4.2. Relacionamiento con estudios de profundidad y generación de nuevos indicadores a nivel meso y micro

En el desarrollo del trabajo se ha mostrado la interacción y la relación de información existente a nivel nacional con resultados de estudios de profundidad llevados a cabo por el CRECE y que deben ir derivando en indicadores e información complementaria para entender el desarrollo de las actividades de ciencia y tecnología departamentales.

Es el caso de trabajos pertinentes sobre la identificación de sectores estratégicos y el Programa de Competitividad para Caldas, la encuesta de “Manizales eje del conocimiento”, que contiene un módulo de investigación científica y desarrollo y de innovación, y la encuesta del Programa de Competitividad que también contiene un módulo de innovación para 1996 y 2000. Así mismo se encuentra la información derivada de la Encuesta de Opinión Empresarial de Fedesarrollo – CRECE que contiene un módulo de competitividad que fue indagado en junio de 2000.

El reto sobre estos ejercicios de complementación de información y desarrollo de indicadores regionales más elaborados, que den cuenta de los procesos micro y meso del desarrollo científico y tecnológico, es poder mantenerlos periódicamente en el tiempo.

Un aspecto importante a tener en cuenta en un “observatorio regional” es que el valor agregado que este representa lo constituye su capacidad de realizar estudios a nivel micro o a nivel macro regional o departamen-

tal, que a la vez de aportar nuevos indicadores explicativos sobre las capacidades científicas y tecnológicas (y, desde esta perspectiva, aportar información al sistema regional o departamental de ciencia y tecnología), permiten derivar relaciones entre los actores y las instituciones en contextos de competitividad regional y de innovación, así como poder medir estas relaciones y el impacto de sus resultados.

Para el caso del sistema de innovación regional o departamental y de competitividad sectorial es necesario tener en cuenta que este depende de cinco factores importantes: (a) actores, instituciones y beneficiarios; (b) “redes de innovación” para el aprendizaje y el intercambio; (c) definición de programas estratégicos integrados que den cuenta de sectores o áreas prioritarias desde la perspectiva local o regional; (d) la infraestructura institucional y de servicios tecnológicos y (e) el financiamiento. En el contexto de estos cinco factores es donde se puede comprender la dinámica de la competitividad en cuanto al flujo de conocimientos, información y resultados entre los diversos actores e instituciones. Es la única manera de entender la dinámica de “clusters” o cadenas productivas regionales. El reto es derivar de estos estudios indicadores relacionales que permitan comprender el grado de desarrollo de sistemas específicos de innovación y competitividad. Este es un aporte importante del sistema de indicadores y de información al sistema regional de ciencia y tecnología.

Así mismo una de las labores importantes de un “observatorio regional” es también la de relacionar las capacidades regionales de ciencia y tecnología con las necesidades regionales de desarrollo económico y social y sus sistemas de innovación y competitividad, así como aprovechar desde las regiones las capacidades nacionales existentes en materia de desarrollo científico y tecnológico, materia necesaria de medición. Igualmente un aspecto central para profundizar en la comprensión y medición de la ciencia y la tecnología de la región es la realización de estudios específicos, que requieren variables e indicadores específicos, sobre el impacto social y económico de las actividades científicas y tecnológicas regionales. Desde esta perspectiva se hace necesario realizar estudios específicos de sectores, de “clusters” y de externalidades de la actividad científica y tecnológica regional o departamental.

En síntesis, el “observatorio regional” debe traducir la información dada a nivel nacional a las necesidades de análisis de la región y desarrollar información propia, particularmente a nivel micro y meso con el objetivo de establecer el relacionamiento explicativo entre las variables que conforman los insumos, los procesos y los resultados del desarrollo científico y tecnológico y de innovación. Algunas preguntas pertinentes que se pueden abordar desde la región son: ¿cuáles con las capacidades y limitaciones específicas en ciencia y tecnología a nivel sectorial?; ¿en qué forma es pertinente la oferta educativa del departamento para las necesidades del sector productivo?; ¿cuáles son las limitaciones de tipo institucional para la ciencia y la tecnología?; ¿cómo influyen las capacidades científicas y tecnológicas en la competitividad del departamento?

El Sistema Regional de Indicadores de Ciencia y Tecnología y los estudios específicos del “observatorio regional” deben dar respuesta a las anteriores preguntas y valor agregado en su comprensión.

La construcción del SRICTI es una tarea de largo plazo y depende del sistema nacional de ciencia y tecnología, que aún está en etapa de construcción. Los avances que se hagan en este proyecto con relación al tratamiento de las fuentes de información, el establecimiento de necesidades de análisis regionales pertinentes y la determinación previa de las capacidades científicas y tecnológicas de la región a través de la información disponible actualmente, se consideran un paso fundamental para la construcción de SRICTI.

5. CONCLUSIONES

- El diseño y puesta en marcha de un Sistema Regional de Indicadores de Ciencia Tecnología e Innovación es una actividad de largo plazo que requiere de la interacción entre el CRECE, el OCyT y otros agentes del nivel regional, como la comunidad científica, académica y empresarial, por un lado, y el gobierno departamental, por otro, pero dentro de un plan estructurado y sistemático que permita la obtención de los insumos que se requieren para llevar a cabo la evaluación de la actividad científica de la región. En la medida en que exista la concientización y la colaboración de los diversos agentes regionales (sobre todo en el suministro de información), la construcción del sistema es más factible.
- La superación de las barreras científicas y tecnológicas del departamento depende del grado de conocimiento que se tenga de ellas y de las capacidades de la región para desarrollar diversas actividades de ciencia y tecnología, lo que necesariamente depende de la calidad y la confiabilidad de la medición de estas actividades y, en general, de los aspectos centrales de la ciencia y la tecnología. Los indicadores que se construyan para llevar a cabo esta medición, además de proporcionar información de las actividades científicas particulares de la región, deben poder ser comparables en el ámbito nacional; de ahí que la construcción del sistema regional dependa en buena medida de las metodologías y mediciones que, a través del OCyT, se lleven a cabo en el país.
- La revisión de múltiples fuentes de información consultadas en este trabajo se convierte en el punto de partida para identificar las particularidades del sistema de ciencia y tecnología del departamento. Esta revisión proporciona una guía importante no solo para la formulación de una agenda científica para el departamento, sino también para dar a conocer los diversos estudios que se han llevado en el departamento que pueden ampliar la comprensión de los indicadores de ciencia y tecnología tradicionales, al abordar temas particulares de la realidad científica del departamento. A continuación se presentan los principales hallazgos en relación con la capacidad científica y tecnológica del departamento, provenientes de esta revisión.
- Una conclusión importante que se obtiene del estudio del CRECE (2002 a) es que entre 1980 y 1997 la actividad económica del departamento se desplazó desde actividades primarias hacia actividades del sector terciario de la economía, especialmente hacia el financiero y de servicios personales. No obstante el sector primario continúa siendo importante para la actividad económica departamental, lo cual se manifiesta al comparar las cifras de ocupación: en el 2000 mientras que 36.2% de los ocupados en Caldas se dedica a actividades primarias, en Colombia sólo un 22.6% de la fuerza laboral se ocupa en actividades agropecuarias.
- Aunque el sector agrícola ha perdido participación en la economía departamental, es cierto que es un sector clave para la estabilidad económica y social del departamento. Es por ello que una de las áreas prioritarias para el desarrollo de la ciencia y la tecnología es en este sector.
- En el departamento existe una mentalidad empresarial abierta a los procesos de cambio. Sin embargo se requiere una mayor articulación entre el sector productivo y la academia para fortalecer la investigación científica y para que se oriente de una manera más sistemática a las necesidades del aparato productivo local.

- La evidencia empírica consultada parece sugerir una importante dinámica de la innovación y el desarrollo tecnológico en el departamento de Caldas. De acuerdo con la información de la EDT del OCyT, puede advertirse que en el departamento existe una dinámica innovadora comparativamente mayor que el promedio nacional, sobre todo en lo relacionado con la gestión empresarial, la capacitación tecnológica en el proceso productivo y las actividades de I+D. No obstante, de acuerdo con el resultado de la encuesta del módulo empresarial de la Actualización de indicadores del Programa de Competitividad para Caldas (CRECE, 2002a), la dinámica de la innovación se ha perdido en los últimos años, al volverse una actividad frecuente para una proporción menor de empresarios en relación con la primera encuesta que fue aplicada en 1996.
- El desaprovechamiento de la oferta de la educación superior que existe en el departamento es un problema grave. De acuerdo con diversas fuentes consultadas, en el departamento de Caldas (en el país también) existen problemas para la innovación tecnológica en relación con la formación del recurso humano. Además existen pocas relaciones universidad-empresa para llevar a cabo proyectos de innovación tecnológica; de hecho al valorar la pertinencia de la universidad en la formación de los profesionales y en la investigación que realizan, varios de los empresarios de Manizales la cuestionan (más en lo referido a la investigación). Estos dos factores sugieren que el proceso de adaptación de las universidades a las nuevas necesidades de los empresarios y la articulación entre la universidad y el aparato productivo se dan de manera lenta.
- Los costos elevados de la innovación también obstaculizan las actividades de I+D en el departamento y en el país. Además, la principal fuente de financiación de estas actividades en el departamento son los recursos propios. Todo ello sugiere que, como lo muestran las encuestas, no existen vínculos fuertes entre los industriales del departamento y las instituciones que apoyan la investigación científica. Esto denota también un relativo aislamiento del sector público en el problema del desarrollo científico y tecnológico. El escaso apoyo de las instituciones públicas es una limitación que perciben los industriales del departamento y del país.
- El grado de conocimiento y utilización de los centros de investigación es limitado (más en Caldas que en el país), lo que confirma que los procesos de investigación no se dan de manera articulada dentro de un sistema estructurado de ciencia y tecnología. Además, a esto hay que sumarle la inexistencia en la región de un centro de desarrollo tecnológico de apoyo a las actividades de innovación de la industria departamental.
- Aunque existen incentivos y mecanismos de crédito para la financiación de los proyectos de innovación, estos son usados medianamente por los industriales; los problemas para la tramitación del crédito, que van desde la etapa de la formulación del proyecto, hacen que se deba rediseñar el modelo para la solicitud y asignación de los créditos a fin de hacerlos más eficientes y accesibles para los empresarios.
- Una de las grandes limitaciones de la ciencia y la tecnología en el departamento de Caldas es la baja formación de los docentes universitarios. Esa baja formación es un factor adicional que limita el desarrollo de la investigación científica del departamento, en la medida en que, además de influir en la capacidad de la universidad (y de los profesionales egresados) para la investigación, limita el acceso de los

grupos y centros de investigación de las universidades a redes académicas y científicas nacionales e internacionales de alto nivel.

- La alta proporción de los grupos y centros de investigación del departamento clasificados en categorías inferiores, es un claro síntoma del rezago de la investigación científica en Caldas. En Manizales no existen grupos ni centros de categoría internacional (categoría A) mientras que en Chinchiná existe CENICAFÉ, centro de investigación de reconocida trayectoria e importancia a nivel nacional e internacional.
- El escenario global hace imperativo que el departamento adopte firmemente una política para la promoción y fortalecimiento de la ciencia y la tecnología, puesto que temas como la innovación y el desarrollo tecnológico, pero también el desarrollo institucional y del recurso humano alrededor de la ciencia y la tecnología, son pilares fundamentales para el avance económico y social.
- Todo lo anterior sugiere que, para que la investigación cumpla el propósito de impulsar el crecimiento económico y el desarrollo social, debe existir una articulación adecuada entre el trabajo investigativo, el sector productivo y los entes gubernamentales y no gubernamentales en los que se toman las decisiones de desarrollo. La otra característica importante que debe tener la investigación es su calidad, la cual se mide normalmente por su reconocimiento en las comunidades científicas internacionales. Estas dos características (la articulación con la sociedad y la calidad) permiten que los resultados de la investigación científica tengan impactos sobre el crecimiento económico y, de esta manera, facilitan también la financiación de más y mejor investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Albornoz, M. (1999). "Indicadores y la Política Científica y Tecnológica". IV Taller Iberoamericano e Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología. México, 12 – 14 de julio.
- Anlló, G. Goldberg, L. y Lugones, G. (1999). "Aportes a la Discusión sobre la Construcción de Indicadores de Innovación en América Latina. ¿Qué deben Medir? ¿Cómo Obtenerlos?". IV Taller Iberoamericano e Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología. México, 12 – 14 de julio.
- Arocena, R. y Sutz, J. (1999). "Mirando los Sistemas Nacionales de Innovación desde el Sur". Presentado en la Conferencia "Sistemas Nacionales de Innovación, Dinámica Industrial y Políticas de Innovación", organizado por la Danish Research Unit on Industrial Dynamics (DRUID) en Rebild, Dinamarca, 9-12 de junio.
- Bisang, R. y Lugones, G. (1998). "La Encuesta de Innovación Tecnológica Argentina". II Taller Iberoamericano e Interamericano sobre Indicadores de Innovación Tecnológica, CYTED - RICYT - OEA, Caracas, 21 al 23 de octubre.
- Bonilla, M. (2001). "Producción de Indicadores de las Actividades Científicas y Tecnológicas a partir de la Información del Banco de Proyectos de Inversión Nacional del Departamento Nacional de Planeación". Taller Andino de Indicadores de Ciencia Tecnología e Innovación. Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) Bogotá, junio 19 y 20.
- Brisolla, S. (1999). "Indicadores de Innovación: Los Siete Pecados Capitales". IV Taller Iberoamericano e Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología. México, 12 – 14 de julio.
- Brisolla, S. (2001). "Producción y difusión de indicadores de C&T: formato institucional en las esferas internacional, nacional y regional Segunda parte: Producción y difusión de indicadores de C&T: su utilización en las esferas nacional y regional". V Taller Iberoamericano e Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología. Montevideo, 15 al 18 de octubre.
- CRECE (1997). "Programa de Competitividad para Caldas". Manizales.
- CRECE (2000). "Ordenamiento de los departamentos de Colombia según su competitividad". Observatorio de la Competitividad de Caldas. Ranking de Competitividad. Informe de avance. Manizales.
- CRECE. (2002a). "Programa de Competitividad de Caldas. Actualización de Indicadores de Competitividad". Manizales.
- CRECE (2002b). "Conceptualización y Ajuste al Planeamiento Estratégico del Macroproyecto Manizales Eje del Conocimiento". Manizales.
- Durán, X. Ibáñez, R. Salazar, M. Vargas, M. (2000). "La Innovación Tecnológica en Colombia. Características por Sector Industrial y Región Geográfica". Colciencias-DNP-OCyT. Santafé de Bogotá.
- Fernández, E. (1999). "La medición del impacto social de la ciencia y tecnología". IV Taller Iberoamericano/Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología. México, 12 – 14 de julio.

- Gusmão, R. (1999). "Indicadores de Cooperación Internacional y Políticas Regionales de C&T: La Implicación de los Países Latinoamericanos en los Programas Europeos de Cooperación con Terceros Países". IV Taller Iberoamericano/Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología. México, 12 – 14 de julio.
- Gusmão, R. (2001). "Producción y difusión de indicadores de C&T: formato institucional en las esferas internacional, nacional y regional. Primera parte: Estructuras de producción de indicadores de C&T: un panorama internacional". V Taller Iberoamericano e Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología Montevideo, 15 al 18 de octubre.
- Jaramillo, H. Lugones, G. Salazar, M. (2000). "Manual de Bogotá. Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe". RICYT/Colciencias/OEA/CYTED/OCyT.
- Sachs, J. y Vial, J. (2002). "Competitividad y Crecimiento Económico en los Países Andinos y en América Latina". Documentos de Trabajo, Proyecto Andino de Competitividad. Center for International Development, Harvard University. Cambridge, MA.
- Salazar, M. Vargas, M. (1998). "Encuesta sobre Desarrollo Tecnológico en la Industria Colombiana". II Taller Iberoamericano e Interamericano sobre Indicadores de Innovación Tecnológica, CYTED - RICYT - OEA, Caracas, 21 al 23 de octubre.
- Sánchez, C. (1999). "Indicadores y la Política Científica y Tecnológica". IV Taller Iberoamericano/Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología. México, 12 – 14 de julio.
- Sancho, R. (2001). "Directrices de la OCDE para la Obtención de Indicadores de Ciencia y Tecnología". V Taller Iberoamericano e Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología Montevideo, 15 al 18 de octubre.
- Spinak, E. (1998). "Indicadores cuantitativos". Trabajo presentado en el Seminario Sobre Evaluación de la Producción Científica realizado en Sao Paulo, Brasil, 4 a 6 de marzo.
- Sutz, J. (1998). "La innovación realmente existente en América Latina: medidas y lecturas". Ponencia presentada en el II Seminario del Proyecto Globalización e Innovación Localizada: Experiencias de Sistemas Locales en el ámbito del Mercosur y Proposiciones de Políticas de C&T. OEA/MCT de Brasil, Río de Janeiro.
- UNESCO (2001). "The State of Science and Technology in the World 1996-1997". Institute for Statistics. Montreal.
- Vargas, M. (2001). "Avances en la Medición de la Innovación Tecnológica en Colombia". Taller Andino de Indicadores de Ciencia Tecnología e Innovación. Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) Bogotá, junio 19 y 20.
- Yoguel G. y Boscherini F. (1996). "Algunas reflexiones sobre la medición de los procesos de innovación: la relevancia de los elementos informales e incrementales», REDES, Volumen 3, N° 8. Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes.