

# Las Ciencias Exactas y Naturales en la Universidad Colombiana

COLCIENCIAS  
ICFES

El Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas —COLCIENCIAS— y el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior —ICFES— están adelantando un "Programa de Desarrollo de las Ciencias Exactas y Naturales", encaminado al mejoramiento de la enseñanza y de la investigación en estas áreas.

El documento que a continuación se transcribe ha sido elaborado por el profesor Jairo Alvarez, de la Universidad del Valle, quien venía desempeñándose como coordinador técnico del programa, con la colaboración del profesor Pedro Falco, de la Universidad del Atlántico.

El programa distingue cinco áreas de la ciencia a saber: matemática, biología, ciencias de la tierra, física y química. El presente documento parte de una definición de estas áreas y de una visión esquemática de los antecedentes que ha tenido la docencia y la investigación en cada una de ellas en la universidad colombiana. Luego hace una presentación de los programas de formación, las actividades de investigación y desarrollo, las características de la docencia, las actividades de divulgación y algunas conclusiones acerca de los programas de formación, investigación y docencia.

## 1. Definición del área

El área de las Ciencias Exactas y Naturales está constituida por las siguientes disciplinas o sub-áreas: matemática, biología, ciencias de la tierra, física y química. A su vez, las Ciencias Exactas y Naturales son parte fundamental del desarrollo de una sociedad, no sólo como piso de un sistema científico-tecnológico sobre el cual se pueda construir un desarrollo productivo autónomo, sino como elemento indispensable de un desarrollo cultural.

Su importancia y su papel se reflejan en la estructura y actividades académicas de la universidad de la cual constituyen su base. En efecto, la mayoría de los programas de formación universitaria requieren de un componente científico, y casi podría decirse que el nivel académico alcanzado por una profesión se define en términos del componente en Ciencias Exactas y Naturales que requiere el estudio de sus disciplinas profesionales. De esta manera, las actividades docentes de las unidades académicas de Ciencias Exactas y Naturales en la universidad se proyectan en el desarrollo tecnológico, económico, social, etc., a través de su aporte en la formación de ingenieros, técnicos, economistas, médicos, etc. Se proyectan también a todo el sector educativo, como parte de una cultura científica y de una cultura general, me-

dante la formación, en su área, de investigadores y profesores para diferentes niveles del sistema educativo. Se refleja este carácter básico y fundamental de las Ciencias Exactas y Naturales, en el aporte de su actividad investigativa al conocimiento científico de la naturaleza, a la fundamentación teórica de la industria, de la agricultura, la medicina, etc.

De acuerdo con lo anterior, se consideran en la definición de esta área las actividades científicas universitarias asociadas con las unidades académicas de matemática, biología, ciencias de la tierra, física y química y que comprenden: a) su enseñanza general en el contexto de los diferentes programas de formación, que las requieren como pre-requisito de su formación profesional; b) los programas de formación propios del área, a nivel universitario y de posgrado, en los cuales se forman los profesionales e investigadores que requieren el sector productivo y el sector educativo a nivel medio y universitario (Cuadro N° 1); c) sus programas de investigación y desarrollo, y d) sus actividades de extensión a la comunidad.

## 2. Antecedentes

Los antecedentes más recientes del desarrollo actual de las Ciencias Exactas y Naturales o Ciencias Básicas en Colombia, podrían ubicarse a

Cuadro No. 1

PROGRAMAS POR SUBAREA Y MODALIDADES EXISTENTES EN LA  
UNIVERSIDAD COLOMBIANA

Subárea	Modalidad universitaria	Modalidad avanzada
Matemática	Matemática Estadística Lic. Matemática-Física Lic. Matemática Lic. Matemática-Estadística	Matemática (*) Estadística  Docencia-Matemática
Física	Física Lic. Física-Matemática Lic. Física	Física (*)  Docencia-Física
Química	Química Lic. Química-Biología Lic. Química	Química (*)
Biología	Biología Biología Marina Microbiología  Lic. Biología-Química Lic. Biología	Biología Biología Marina Microbiología Ciencias Básicas Médicas (**) – Bioquímica – Fisiología – Morfología – Farmacología – Genética Humana
Ciencias de la Tierra	Geología	

\* Los títulos que aparecen en las diferentes modalidades corresponden al nombre de programas existentes en el país. En la modalidad avanzada, bajo los nombres de "Matemática", "Física", "Química" y "Biología" se engloban distintas opciones de especialización que se agrupan en un solo programa que otorga un solo título sin ninguna especificación.

\*\* Las Ciencias Básicas Médicas constituyen en realidad un amplio conjunto de disciplinas con objeto científico muy diverso por lo cual sus programas avanzados presentan diversas denominaciones.

Los programas "Bacteriología", "Bacteriología y Laboratorio Clínico" en la modalidad universitaria y "Geotecnia", tanto en la universitaria como en la modalidad avanzada, aparecen clasificadas en las estadísticas del Icfes como programas pertenecientes a las Ciencias Exactas y Naturales, mientras se excluyen las licenciaturas en educación con especialidad en las Ciencias Exactas y Naturales. En este documento se procede de manera contraria en su clasificación.

partir de la creación en 1946, en la Universidad Nacional, de la primera Facultad de Ciencias en el país (1). Aunque antes de este año se pueden identificar planteamientos sobre la necesidad de un desarrollo científico en nuestro medio y, a pesar de que existían ya algunos esfuerzos institucionales aislados y un par de carreras profesionales en estas disciplinas, la creación de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional se puede considerar como el primer intento institucional para sentar las bases de un cultivo sistemático de todas las Ciencias Exactas y Naturales en Colombia. Previamente a esta fecha se pueden identificar, también, hechos y nombres que son parte importante de nuestra historia científica (1), pero aparecen como fenómenos esporádicos, a veces apoyados por las preocupaciones irregulares de los gobiernos por nuestros recursos naturales (Expedición Botánica, los trabajos de Boussingault, la Comisión Corográfica, etc.), o como expresión de vocaciones científicas aisladas ligadas al desarrollo de las carreras de ingeniería y medicina. De esta manera, el nacimiento de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional señala también el surgimiento de necesidades objetivas en el desarrollo económico y cultural del país que requieren del cultivo autónomo y permanente de estas disciplinas en nuestro medio.

Durante el período de los 40 y las décadas posteriores, respondiendo al proceso de industrialización, el número de universidades en el país tuvo un incremento espectacular y desorganizado, aumentando consecuentemente en forma acelerada, con el crecimiento y nacimiento de facultades de ingeniería, medicina, educación, etc., las demandas por la docencia de

las Ciencias Exactas y Naturales. Empezan a surgir en este contexto y al interior de las facultades de las principales universidades oficiales, los departamentos de Ciencias Básicas como unidades que centralizan los recursos humanos y físicos para la docencia en dichas disciplinas.

El proceso anterior tiene un punto culminante en las reformas de la década del 60, mediante las cuales se trata de pasar de una universidad de corte europeo, modelada en la estructura de facultades, a una universidad de corte norteamericano diseñada por departamentos. Se crean así las divisiones de Ciencias que, conjuntamente con las divisiones de Humanidades, entraron a configurar la base de todo el edificio académico en las principales universidades del país. Con la única excepción de la división de Ciencias de la Universidad Nacional y de algunas de sus carreras que, sin embargo, fueron reestructuradas durante esta década, las restantes divisiones (que ahora se denominan facultades a partir de la reciente reforma universitaria) y sus respectivas carreras, surgen en la década del 60 o posteriormente a ella. Aunque, algunas facultades de educación existían antes de las reformas del 60, a partir de ellas se crearon numerosas divisiones de educación y proliferaron las licenciaturas en la educación con especialidad en Ciencias Exactas y Naturales.

Las transformaciones de los 60 inician también el paso de una docencia de las Ciencias Exactas y Naturales, impartida por ingenieros, médicos, y economistas, a una docencia a cargo de profesionales formados específicamente en la ciencia respectiva, en el marco de una política universitaria que hizo énfasis en profesionalizar el



Cuadro No. 2

## CARRERAS DE CIENCIAS POR MODALIDADES, SUBAREAS E INSTITUCIONES (1981)

UNIVERSIDAD	UNIVERSITARIA						Total U	AVANZADA						Total U + A	
	Biol.	B.M.	C. de T*	Física	Mat.**	Quím.		Biol.	B. M.*	C.de T.	Física	Mat.**	Quím.		Total A.
1 U. Nal. (Bogotá)	1		1	1	2	1	6	2 + (1)	1 + (1)		1	2	1	7 + (2)	13 + (2)
2 U. del Valle (Cali)	1			1	2	1	5	(1)	5		1	1	1	8 + (1)	13 + (1)
3. U. de Antioquia (Med.)	1			1	2	1	5	(1)	1 +  4		1			2 +  4  + (1)	7 +  4  + (1)
4 U.I.S. (B/ga)					(1)	1	1 + (1)				1		(1)	1 + (1)	2 + (2)
5 U. Nal. (Medellín)					1		1					1		1	2
6 U. de los Andes (Btá)	2			1	1		4	2				1		3	7
7 EAFIT (Medellín)												1		1	1
8 U. Javeriana (Btá)	1				1		2	2						2	4
9 U.J.T.Lozano (Btá)	1				1		1								1
10 U. Medellín					1		1								1
11 U.S.C. de la Salle (Btá)					1		1								1
<b>TOTALES</b>	<b>7</b>		<b>1</b>	<b>4</b>	<b>11 + (1)</b>	<b>4</b>	<b>27 + (1)</b>	<b>6 + (3)</b>	<b>7 +  4  + (1)</b>		<b>4</b>	<b>6</b>	<b>2 + (1)</b>	<b>25 +  4  + (5)</b>	<b>52 +  4  + (6)</b>

— Los números entre paréntesis ( ) indican existencia de proyectos de creación de nuevos programas. Los números entre barras || indican programas con existencia legal pero en receso.

— **Convenciones:** B.M. ≡ Básicas Médicas. C. de T. ≡ Ciencias de la Tierra.

\* Los programas de ingeniería geológica de la U. Nal. de Medellín y su similar de la U.P.T.C. recientemente creado no fueron incluidos en el área de las Ciencias Básicas. Tampoco lo fueron los programas de bacteriología y farmacia.

\*\* En el área de la matemática se contabilizan seis programas de estadística existentes en el país, a pesar de que en sus instituciones respectivas algunos de estos programas no se consideran matemáticos y no dependen de un Departamento de Matemáticas o de una Facultad de Ciencias. De estos 6 programas, 5 son de nivel universitario y 1 de posgrado.

rol docente en la universidad, institucionalizándose de manera preponderante, especialmente en la universidad pública, la vinculación de tiempo completo. La combinación de estos hechos generó una demanda explícita en las universidades por físicos, químicos, biólogos, matemáticos, etc., que ha hecho posible que un número cada vez mayor de personas pueda dedicarse a estas actividades y hacer un modo de vida de la actividad científica. Por estas razones, la configuración de la carrera de Ciencias como nueva opción profesional en la estructura educacional del país, está asociada con la introducción de los estudios generales y las reformas del 60.

Quizás deba advertirse que la evolución del área de ciencias de la tierra escapa a las consideraciones anteriores. En efecto, en esta área no ha existido una demanda docente explícita tan alta, ni en la universidad ni en la educación media, comparable con las restantes Ciencias Exactas y Naturales y su desarrollo ha estado ligado fundamentalmente a las demandas del sector productivo. Las ciencias de la tierra no tuvieron la expansión universitaria que tuvieron las otras disciplinas en la década del 60, permaneciendo restringida prácticamente a la Universidad Nacional, cuyo Departamento de Geología se había creado en 1956 (2).

Durante este período se ha ido incrementando también la actividad investigativa en las Ciencias Exactas y Naturales. El proceso de modernización de la universidad colombiana en las últimas décadas determinó que un número considerable de colombianos viajaran al exterior a adelantar estudios de posgrado en diversas disciplinas, particularmente en Ciencias

Exactas y Naturales. Es este el profesorado sobre el cual se ha sustentado el inicio de las carreras de Ciencias de pre y posgrado y cuya actividad ha dado pie al nacimiento de la actividad investigativa que se advierte en algunas universidades y que ha llegado a constituir la mayor fracción de la escasa investigación universitaria.

### 3. Los programas de formación en el área

#### 3.1. Programas según modalidades, instituciones y regiones.

En el Cuadro N° 2 se presenta el número de programas de Ciencias 1 existentes en el país, según modalidades, sub-áreas e instituciones. Una mirada rápida a este Cuadro muestra que es relativamente bajo el número de instituciones que ofrece carreras en Ciencias (11 universidades) y que el mayor esfuerzo de desarrollo tiende a concentrarse en la universidad pública. Del total de 56 programas existentes (27 universitarios, 29 posgrados), la gran mayoría, 52 programas (24 universitarios, 28 posgrados) se concentran en 7 universidades, 5 del sector público (Nacional de Bogotá y Medellín, Valle, Antioquia, Industrial de Santander) que ofrecen 41 programas (18 universitarios, 23 posgrados) y 2 del sector privado (Andes y Javeriana) que ofrecen 11 programas (6 universitarios, 5 posgrados). Se indica también que en la sub-área de las Ciencias Básicas Médicas, 4 programas de posgrado han estado en receso en los últimos años y que, por lo menos 6 proyectos de creación de nuevos programas, se vienen contemplando en las 7 universidades en que se concentran los programas actuales.

Los programas activos se distribuyen de la siguiente manera: Universidad Nacional 13 programas (6 universitarios, 7 de posgrado); Universidad del Valle 13 programas (5 universitarios, 8 de posgrado); Universidad de Antioquia 7 programas (5 universitarios, 2 de posgrado); Universidad Industrial de Santander 2 programas (1 universitario, 1 de posgrado); Universidad Nacional de Medellín 2 programas (1 universitario, 1 de posgrado); Universidad de Los Andes 7 programas (4 universitarios, 3 de posgrado); Universidad Javeriana 4 programas (2 universitarios, 2 de posgrado); EAFIT (Medellín) 1 programa (Posgrado), y las Universidades Tadeo Lozano, Medellín y La Salle con 1 programa universitario cada una de ellas. La ubicación regional de las instituciones anteriores señala las ciudades Bogotá (Región Central), Medellín (Región Occidental), Cali (Suroccidental) y Bucaramanga (Nororiental) como polos de desarrollo de estos programas, presentándose un vacío regional en la zona norte.

Desde el punto de vista de las disciplinas del área, biología presenta 24 programas (7 universitarios, 13 maestrías activas, 4 en receso). En matemática<sup>2</sup> aparecen 17 programas (11 universitarios, 6 maestrías). En física existen 8 programas (4 universitarios, 4 maestrías). Química presenta 6 programas (4 universitarios, 2 maestrías). Con el menor número de programas está Ciencias de la Tierra con un programa a nivel universitario en geología<sup>3</sup>. En esta disciplina no existe un posgrado, aunque ha existido en geotecnia.

Si se considera el número de programas de formación en Ciencias (52 activos, 4 en receso), se puede concluir que su crecimiento es aprecia-

ble y acaso un poco alto. Esta cifra escueta, sin embargo, es un tanto engañosa pues, en realidad, la dinámica de los programas ha sido lenta y casi negativa a nivel de posgrado.

En lo relativo a los programas de nivel universitario (27 programas), la evolución de la población estudiantil en número y vocación académica ha dejado mucho que desear como se analizará más adelante, lo cual define una estabilidad muy precaria para algunos de estos programas. Por esta razón, y otros problemas de tipo curricular, se comenzaron a escuchar planteamientos sobre la necesidad de diversificar un poco más las opciones de formación a este nivel y/o ajustar la estructura curricular de las carreras existentes, planteamientos que ya han empezado a reflejarse en algunas reestructuraciones o propuestas de nuevas carreras. Excepto por este factor y por posibles desequilibrios regionales, el número actual de programas universitarios es suficiente para atender las necesidades actuales, si se excluye la subárea de Ciencias de la Tierra.

En cuanto a los programas de posgrado debe anotarse que de los 29 señalados, 11 corresponden a Ciencias Básicas Médicas. Estos programas, acaso por estar asociados a las carreras de medicina, el sector profesional más desarrollado en el país, fueron de los primeros posgrados que surgieron en nuestro medio llegando a crearse el nivel de doctorado en bioquímica, fisiología y farmacología en la Universidad del Valle. Sin embargo, los posgrados en Ciencias Básicas Médicas han retrocedido en los últimos años, al parecer, por falta de políticas institucionales claras al respecto. Los programas de doctorado están prácticamente paralizados, al

igual que 4 programas a nivel de maestría. Curiosamente, en las restantes áreas de la biología, diferentes a las Ciencias Básicas Médicas, el surgimiento de programas de posgrado ha sido lento, su número es aún precario y apenas ahora empieza a perfilarse con proyectos de creación de nuevos posgrados, un conjunto adecuado de programas en el área (4) (ver Cuadro N° 2).

Este fenómeno de surgimiento y crisis anotado en los posgrados de las Ciencias Básicas Médicas, se ha podido observar también en otras áreas pero, actualmente, tanto en física, química como en matemática existe una dinámica, modesta pero positiva, de asentamiento y consolidación de los posgrados existentes cuyo número es aún afortunadamente bajo (7), (9). Este fenómeno de "creación y crisis posterior" da fuerza al planteamiento de que nuestros posgrados han sido, en general, más que el resultado de una política institucional de desarrollo científico de la universidad, el resultado de una presión ejercida por un recurso profesoral entrenado a nivel de doctorado que busca una salida a sus expectativas académicas. Varios posgrados han surgido sin la adecuada planeación y sin el adecuado compromiso institucional, tomándoles más tiempo del necesario el crear las condiciones materiales mínimas que aseguren su desarrollo sostenido.

La consolidación y desarrollo institucional de nuestras carreras de Ciencias de pre y posgrado plantean pues, como tareas prioritarias: a) el fortalecimiento de los programas existentes dentro de una política de integración de recursos regionales y nacionales; b) la planificación en el establecimiento de nuevos programas, es-

pecialmente a nivel de posgrado, con base en compromisos institucionales claros y realizables y en términos de necesidades reales de nuestro desarrollo científico y educativo.

En cuanto a las licenciaturas de Educación su número es varias veces mayor al de los programas universitarios en Ciencias y, por lo tanto, su localización es mucho más dispersa institucionalmente y cubre prácticamente todas las regiones del país. El Cuadro N° 3 presenta, de manera parcial, el número de programas de educación existentes en el país por instituciones, sub-áreas y modalidades. En el ICFES aparecen registradas 95 licenciaturas (9 de biología, 15 de biología-química, 9 de física, 5 de física-matemática, 15 de matemática, 26 de matemática-física, 8 de química y 8 de química-biología), pero en los últimos años han sido frecuentes los recesos de programas o modificaciones en los títulos que se otorgan, cambios que no siempre son fáciles de detectar en dichos registros. Se puede afirmar, sin embargo, que existen actualmente en el país más de 70 licenciaturas activas localizadas en no menos de 35 universidades. En este ámbito institucional se destacan las universidades Pedagógica de Bogotá y Pedagógica y Tecnológica de Tunja con 6 y 5 programas respectivamente. La primera es la única universidad en nuestro medio que ofrece programas avanzados en Educación (1 en física, 1 en matemática), y la segunda ha creado recientemente licenciatura en matemática y estadística, la primera de su género en el país. Se destacan también con 4 programas la Universidad de Pamplona y la Distrital (Bogotá), al igual que la U.I.S. y la Nacional (Bogotá), pero en estas dos últimas instituciones, especialmente en la

## PROGRAMAS DE EDUCACION EN CIENCIAS POR INSTITUCIONES (PARCIAL) (1981)

UNIVERSIDAD	UNIVERSITARIA (LICENCIATURAS)							AVANZADA		Total por Institución
	Biología	Biol Quím		Física	Mat.- Físic	Matemáti.	Química	Física	Matemáti.	
1 Pedagógica (Bogotá)	X			X			X	X	X	6
2 Nacional (Bogotá)	X			X			X			4
3 U.I.S. (Bucaramanga)	X			X			X			4
4 U.P.T.C. (Tunja)		X	X		X	X	X*			5
5 U. Pamplona (Pamplona)		X	X		X	X				4
6 Distrital (Bogotá)	X			X			X			4
7 Javeriana (Bogotá)	X						X	X		3
8 Libre (Bogotá)	X						X	X		3
9 Valle (Cali)		X			X					2
10 Antioquia (Medellín)		X			X					2
11 Quindío (Armenia)		X		X			X			3
12 Cauca (Popayán)	X						X			2
13 INCCA (Bogotá)		X			X					2
14 Santiago de Cali (Cali)		X			X					2
15 Nariño (Pasto)			X			X				2
16 Córdoba (Montería)		X			X					2
17 Tolima (Ibagué)		X			X					2
18 Caldas (Manizales)		X	X							2
19 Atlántico (Barranquilla)		X					X			2
20 Salle (Bogotá)			X		X					2
21 Tecn. Magdalena (Sta. Marta)		X			X					2
22 Antonio Nariño (Bogotá)			X		X					2
23 Tecn. Chocó (Quibdó)			X		X					2
24 Tecn. Pereira (Pereira)					X	X				2
25 Fco. de Paula Santander (Cúcuta)		X			X					2
										68

— En las columnas con doble título, "X" indica existencia de un solo programa con énfasis en la disciplina alineada con ella; "XX" indican existencia de programas para cada opción.

— La tabla se basa en los registros y estadísticas del ICFES. En los últimos años, en algunos de estos programas, se han dado cambios en los títulos que otorgan o recesos académicos no siempre fáciles de detectar. Las barras || indican programas en receso.

\* Esta Licenciatura de la U.P.T.C. corresponde a la Licenciatura en Matemática-Estadística.

— El Total de Licenciaturas en Ciencias registradas en la División de Formación Universitaria del ICFES es de 95.

Nacional, el futuro de tales programas parece incierto. La Universidad Libre (Bogotá), Quindío y Javeriana aparecen con 3 programas pero en el caso de la Javeriana, la licenciatura de química ha estado en receso por varios años. Aparece también un alto número de universidades con 2 programas.

En contraste con el crecimiento cauteloso de los programas de formación en Ciencias a nivel universitario, las licenciaturas con especialización en dichas áreas proliferaron sin control aparente, de manera rápida y caótica. Este crecimiento desordenado ha tenido efectos negativos en el nivel académico de dichos programas e, indirectamente, en la enseñanza universitaria. Actualmente, se advierte crisis en muchos de estos programas, con tendencia a desaparecer, proceso que parece inevitable como consecuencia del excesivo número de programas que se crearon, muchos de ellos sin alcanzar los recursos mínimos necesarios. Por las implicaciones que puede llegar a tener en la política curricular del área, debe mencionarse el receso en que han entrado las licenciaturas de la Universidad Nacional (Bogotá).

Contrariamente a lo ocurrido con las licenciaturas, el posgrado en educación no se ha desarrollado y sólo aparecen dos programas de posgrado recientemente creados en las sub-áreas de matemática y física en la Universidad Pedagógica Nacional.

### 3.2. Matrícula

En el Cuadro N° 4 se presentan las solicitudes de admisión, la matrícula en el primer curso y la matrícula total por programas en las distintas

áreas de las Ciencias Básicas, durante los años 1975, 1978, 1979, 1980, comparadas con los valores totales correspondientes a todos los programas del sistema universitario.

Este Cuadro permite comprobar uno de los problemas más importantes en el desarrollo de las carreras de Ciencias, que se refiere a la baja demanda estudiantil por estos programas. Las estadísticas señalan que durante los últimos años las solicitudes de admisión al primer curso, la matrícula en el primer curso y la matrícula total en los programas calculada en el primer semestre del año, crecen muy lentamente o permanecen prácticamente estáticas en términos absolutos con tendencia a veces a disminuir y, por lo tanto, sus valores relativos en la totalidad de los programas de la universidad muestran una tendencia descendente.

El número relativo de solicitudes de admisión va del 1,63% en 1975 al 1,14% en 1980, mientras que el porcentaje que representa el total de la matrícula en las carreras de Ciencias respecto de toda la matrícula universitaria oscila del 1,96% en 1975 al 1,32% en 1980.

La situación anterior varía según la sub-área y según la modalidad de formación. En cuanto a sub-áreas, la situación más aguda se presenta en física; química muestra signos de declinación en solicitudes de admisión y matrícula en el primer curso pero, tradicionalmente con biología, ha tenido una demanda aceptable que se explica por las conexiones más claras que han presentado estos programas con necesidades externas al sector universitario, adicionales al papel que juegan en la formación de docentes e investigadores para el sector educativo, que comparten con mate-

## ADMISIONES Y MATRICULAS

		SOLICITUDES ADMISION POR AÑO				MATRICULA PRIMER CURSO EN EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO				MATRICULA TOTAL EN EL PROGRAMA PRIMER SEMESTRE DEL AÑO			
		1975	1978	1979	1980	1975	1978	1979	1980	1975	1978	1979	1980
Total Universitaria		175.477	255.484	272.023	300.431	75.094	88.808	98.940	107.368	167.503	253.507	267.885	271.630
Totales	Ciencias	2.865	4.154	3.163	3.432	1.587	1.610	1.706	1.155	3.286	4.335	4.569	3.598
	Educación	9.742	10.556	11.274	9.884	6.217	5.500	5.983	5.795	10.832	15.225	15.275	13.867
	Total	12.607	14.710	14.437	13.316	7.804	7.110	7.689	6.950	14.118	19.560	19.844	17.465
Distribución %	Ciencias	1,63	1,63	1,16	1,14	2,11	1,81	1,72	1,07	1,96	1,71	1,71	1,32
	Educación	5,55	4,13	4,14	3,29	8,28	6,19	6,05	5,40	6,47	6,00	5,70	5,11
	Total	7,18	5,76	5,30	4,43	10,39	8,00	7,77	6,47	8,43	7,71	7,41	6,43
SUBÁREAS Matemáticas	Universitaria	571	771	548	589	346	509	541	436	761	1.268	1.220	987
	Avanzada	—	—	—	—	—	—	—	—	92	69	109	119
	Licenciatura Educ. Avanz.	3.069	2.949	2.925	2.889	2.499	2.083	2.163	2.035	4.200	4.890	5.064	4.500
Física	Universitaria	198	182	175	191	133	132	172	108	283	332	343	209
	Avanzada	—	—	—	—	—	—	—	—	45	14	41	56
	Licenciatura Educ. Avanz.	729	685	823	830	453	572	655	854	803	1.750	1.564	1.627
Química	Universitaria	537	651	448	527	343	266	292	215	798	830	860	643
	Avanzada	—	—	—	—	—	—	—	—	16	9	29	40
	Licenciatura	1.431	1.575	1.672	1.415	761	844	873	692	1.356	2.235	2.236	1.813
Geología	Universitaria	176	195	295	477	84	87	81	97	197	234	265	314
Biología	Universitaria	1.383	2.355	1.697	1.648	681	616	620	299	1.003	1.473	1.607	1.094
	Avanzada	—	—	—	—	—	—	—	—	91	106	95	136
	Licenciatura	4.513	5.347	5.854	4.750	2.504	2.001	2.292	2.214	4.473	6.322	6.378	5.912

— Los programas considerados en cada sub-área se escogieron de acuerdo con la clasificación presentada en el Cuadro No. 1.

— Las cifras deben considerarse indicadores aproximados que señalan un orden de magnitud, pues se suelen presentar vacíos en la recolección de las estadísticas. En particular, los posgrados sólo se reportan en la columna de matrícula total.



mática y física. Matemática presenta la segunda población estudiantil más alta, después de la de biología y un razonable crecimiento en los últimos años, pero debe advertirse que las cifras están bastante influenciadas por los programas de estadística y que las llamadas carreras de matemática pura muestran una situación no mucho mejor que sus homólogas en física. En geología, la población estudiantil se puede considerar baja, pero la demanda estudiantil ha estado condicionada por el congelamiento de la oferta de cupos en el único programa existente, perteneciente a la Universidad Nacional. Esta situación es un elemento clave en la crisis de recursos humanos que se presenta actualmente en esta profesión en el país (3) y que indica fallas en la previsión de su desarrollo.

En los programas universitarios de Ciencias, el problema de fondo no es tanto el bajo número de aspirantes, sino la escasa vocación científica del estudiantado que llega a estas carreras (situación que afecta a física y matemática principalmente). Una proporción considerable las utiliza como puente hacia otras carreras más cotizadas socialmente como medicina e ingeniería, mientras que otros recurren a ellas como una segunda opción al no poder obtener ingreso en otras carreras.

En algunas universidades se da el hecho de que los puntajes medios de admisión a estas carreras están por debajo de los puntajes respectivos en las carreras de mayor demanda estudiantil y con frecuencia se han rebajado puntajes de admisión para poder llenar los cupos ofrecidos.

Los posgrados en Ciencias apenas se inician en el país y por esta razón

y por su propia naturaleza, no es de esperar números muy altos de estudiantes en tales programas. Sin embargo, a pesar de que se observa en algunos casos avances estimulantes, el aumento de su población estudiantil ha sido lento con retrocesos en más de un programa. Este crecimiento lento se explica en parte, por la crisis de recursos, incluyendo la actividad investigativa, que han vivido varios programas y, en parte también, por la falta de fuentes financieras que hagan factible el acceso al posgrado de los estudiantes con el interés y la capacidad para hacerlo, especialmente entre el profesorado universitario en ejercicio. Por lo demás, debe tenerse en cuenta que a mediano y largo plazo la disponibilidad de buenos estudiantes de posgrado ha de depender de una adecuada población estudiantil, en número y calidad, en los programas universitarios en estas áreas.

El problema del "interés estudiantil por las carreras de Ciencias" toca con problemas de fondo relativos al desarrollo de las Ciencias Exactas y Naturales en nuestro medio. Obviamente, la disponibilidad de buenos profesores, equipos, bibliotecas y programas es una primera base para poder estimular este interés, pero ello no es suficiente, especialmente a nivel de los programas universitarios. El interés estudiantil tiene que ver con las opciones profesionales de tales carreras, con la importancia que juega una actividad científica nacional en el desarrollo del país y, en particular, en la actividad universitaria. Es decir, que el desarrollo de estas carreras va parejo con el fomento de la actividad investigativa en el país, que debe ser objeto de una política amplia de desarrollo científico. Va parejo también, con la diversifica-



Cuadro No. 5

## EGRESADOS EN CIENCIAS Y EDUCACION (1)

AREAS Y SUBAREAS		1975	1978	1979	1980
Total Universitaria		16.000	23.526	26.520	30.796
Totales	Ciencias	266	375	374	256
	Educación	876	1.205	1.598	1.769
	Total área	1.142	1.580	1.972	2.025
% que representa el área	Ciencias *	1,66	1,59	1,41	0,83
	Educación	5,47	5,12	6,03	5,74
	Total área	7,13	6,71	7,44	6,57
SUBAREAS					
Matemáticas	Universitaria	77	77	91	83
	Avanzada	—	—	—	—
	Licenciatura	263	378	428	432
Física	Educ. Avanz.	—	—	—	—
	Universitaria	36	17	15	21
	Avanzada	—	—	—	—
Química	Licenciatura	48	131	165	216
	Educ. Avanzada	—	—	—	—
	Universitaria	72	51	44	49
Geología	Avanzada	—	—	—	—
	Licenciatura	139	228	256	224
	Universitaria	12	115	112	22
Biología	Universitaria	69	115	112	81
	Avanzada	—	—	—	—
	B. Médicas (Av.)	—	—	—	—
	Licenciatura	426	468	749	897

(1) No se reportan egresados para los programas de posgrado.

FUENTE: ICFES. Estadísticas de la Educación Superior, 1975, 1978, 1979, 1980.

ción de sus opciones de trabajo y de manera muy especial con el mejoramiento de las perspectivas científicas y materiales en que se realiza el trabajo universitario, que seguirá siendo, en el futuro inmediato, la fuente principal de empleo para estos profesionales.

El incremento de vocaciones científicas tiene que ver también, de manera muy especial, con el mejoramiento de la docencia de las Ciencias Exactas y Naturales en el bachillerato (donde prácticamente se destruye el posible interés del estudiante por estas disciplinas), asociado con una amplia difusión de estas carreras y de la actividad científica entre la juventud colombiana.

Es interesante observar que, aunque la dinámica de desarrollo de los programas de educación ha sido diferente a la de las Ciencias, la tendencia descendente anotada para las carreras de Ciencias es acaso más acentuada en el caso de las licenciaturas. En efecto, las solicitudes de admisión han variado desde el 5,55% respecto de las solicitudes totales al primer año de universidad en 1975, al 3,29% en 1980, en tanto que la matrícula relativa bajó del 6,47% al 5,70%.

Consecuentemente, el conjunto global de programas que en este documento hemos definido como "Ciencias Exactas y Naturales" muestra en los últimos años una tendencia depresiva respecto del conjunto global de programas en la universidad colombiana, en lo que a población estudiantil se refiere.

Respecto de los programas de educación en el área podría decirse que, en general, sufren de los problemas

de "vocación" anotados para los programas universitarios de Ciencias y que, como éstos, y por razones socioculturales semejantes, constituyen carreras de segunda opción.

La demanda estudiantil, sin embargo, ha sido alta, especialmente por la existencia de numerosos programas nocturnos a los cuales confluye profesorado de secundaria en ejercicio interesado en mejorar su situación académica y su posición en el escalafón docente. La declinación relativa de la población estudiantil observada en estos programas, que se evidencia también en la crisis de muchos de ellos, obedece a la disminución natural del número de profesores de bachillerato en ejercicio que asisten a ellos, combinada con el número excesivo de licenciaturas que se crearon, muchas de ellas sin disponer de los requisitos académicos mínimos para garantizar su buen funcionamiento.

### 3.3. Egresados

En el Cuadro N° 5 se presentan datos sobre el número de egresados de los programas incluídos en el área, en los años 1975, 1978, 1979 y 1980, comparados con cifras totales de egresados para todo el sistema universitario. Se puede observar que estas proporciones son más bajas que las proporciones calculadas respecto de estudiantes admitidos al primer año, cuatro o cinco años antes, lo cual parece indicar un nivel de retención más bajo en estos programas que en el total de programas en el sector universitario, resultando coherente con el problema de "vocación científica", caracterizado en la sección anterior.

Al interior del área, la situación de egresados y la evolución de su nú-

mero guarda relación directa con el tamaño de la población estudiantil y la manera como ella cambia. Geología es, de nuevo, la excepción a esta regla general, tendiendo a producir el número más alto de egresados a pesar de tener una población estudiantil menor que la mayoría de las otras sub-áreas.

En cuanto a las licenciaturas, el número de egresados es mucho más alto que en los programas universitarios de Ciencias y, como en ellos, su proporción interna se ordena de acuerdo con el tamaño de sus respectivas poblaciones estudiantiles (ver Cuadro N° 5).

El frente de trabajo de los egresados de los programas de Ciencias presenta modificaciones de interés de un área a otra. En el área de física, la demanda externa a la universidad por sus programas es prácticamente nula. Una situación idéntica existe para los programas de matemática (6), mientras los egresados de los programas de estadística se ubican preferentemente en el sector productivo. Química, por su parte (8), y en menor grado biología, presentan además del universitario, un frente de trabajo importante en el sector productivo. Por último, el otro extremo del espectro está representado por geología cuya demanda profesional proviene, casi exclusivamente, del sector productivo. En estos últimos años, por ejemplo, se ha venido presentando una alta diferencia entre la demanda de geólogos y el número de egresados de la carrera de geología existentes en el país (3).

Se puede observar, por lo tanto, que aunque un núcleo central de carreras de Ciencias, que incluye los posgrados, encuentra sus bases de

desarrollo y empleador principal en la universidad y en el sector educativo, el conjunto total de carreras presenta conexiones directas de alguna importancia con el sector productivo que han de seguir ampliándose en la medida en que avance el desarrollo científico y tecnológico del país y se integre y, a la vez, se diversifique más la estructura curricular de estas carreras.

Los egresados de las licenciaturas en educación tienen como fuente natural de trabajo la docencia en la secundaria, que seguirá necesitando y ampliando sus necesidades docentes. Muchos egresados de estas carreras sin estudios adicionales, por razones coyunturales en el desarrollo universitario, trabajan en la universidad y existen sub-áreas como matemática y física en las cuales los licenciados prácticamente constituyen la fracción más alta del profesorado universitario. Esta situación anómala, que afecta negativamente el desarrollo de algunas carreras de Ciencias, deberá normalizarse en la medida en que el desarrollo universitario introduzca mayores exigencias académicas para la vinculación de profesores, se mejoren las condiciones académicas y materiales de la docencia de las Ciencias en el bachillerato y se diferencien con claridad los currículos de las carreras de Ciencias y las licenciaturas.

Puede concluirse, que el aporte de las carreras del área en la formación del profesorado, tanto universitario como del sector medio, es apreciable, pero la proporción del profesorado con título de posgrado que se ha formado en programas nacionales es aún muy reducido. Los aportes anteriores, en el caso del profesorado universitario, tienden a concentrarse en

el profesorado de las mismas instituciones que ofrecen tales programas.

### 3.4. Análisis curricular

Si se mira el conjunto de carreras existentes en las diferentes disciplinas del área se puede observar, tanto a nivel institucional como nacional, la falta de unidad conceptual en lo curricular que integre, dentro de una visión general del área y de las necesidades de formación de personal que ella representa, los diferentes programas de formación. Las dificultades de tener un verdadero sistema curricular asociado al desarrollo de cada sub-área están determinadas, en gran medida, porque en las diferentes universidades no todos los programas identificados en Ciencias Exactas y Naturales han surgido, ni están ubicados administrativamente en las mismas unidades académicas. Así, por ejemplo, mientras las carreras llamadas de Ciencias han estado adscritas a las Divisiones o Facultades de Ciencias, las licenciaturas han estado adscritas a las Divisiones o Facultades de Educación, con algunas variaciones a este modelo, como en el caso de la Universidad Pedagógica y de algunas universidades en las cuales los Departamentos de Ciencias se constituyeron, principalmente, para atender el desarrollo de los programas de Educación. También, aunque en mucha menor proporción algunos programas tales como estadística, geología, microbiología, bioquímica, se ubican, a veces, en otras facultades diferentes a las de Ciencias, tales como ingeniería para las dos primeras y salud para las últimas. Se tiene, pues, en cada sub-área, un sistema curricular poco integrado, constituido por líneas paralelas rígidas, prácticamente incomunicadas. Este

paralelismo y la falta de integración es bastante evidente entre algunas carreras de Ciencias y algunas licenciaturas que, con objetivos de formación diferentes presentan, sin embargo, contenidos curriculares bastantes semejantes. De persistir las tendencias actuales, es de esperar que este paralelismo y descoordinación curricular se extienda a la etapa de posgrado que empieza a desarrollarse tanto en Educación como en Ciencias.

La falta de marcos curriculares comunes para estos programas se evidencia también al interior de los programas administrados por las facultades de Ciencias o por las facultades de Educación. En el caso de Educación se contraponen los programas que combinan dos especialidades matemática-física o física-matemática, biología-química o química-biología con los que consideran una sola especialidad biología, química, matemática y en los cuales se presentan las semejanzas ya anotadas con las carreras de Ciencias. Por su parte, las carreras de Ciencias presentan diferencias aparentemente formales entre programas que pueden estar traduciendo en diferencias cualitativas importantes. A nivel universitario, por ejemplo, hay programas de diferente duración que otorgan el mismo título y, en los posgrados, hay diferencias en los requisitos de admisión y grado (4), (7) y (9).

En cuanto a la estructura curricular propiamente dicha de los programas existentes, se han hecho diferentes críticas respecto de las carreras adscritas a facultades de Ciencias. Se ha planteado que, a pesar de formar profesores universitarios, la pedagogía no suele tener una presencia adecuada en estos programas y que su orien-

**NUMERO Y DEDICACION DE LOS PROFESORES DE CIENCIAS EN UNIVERSIDADES  
CON PROGRAMAS EN EL AREA (1981)**

INSTITUCIONES	BIOLOGIA			B.MEDICAS**			C de la T			FISICA			MATEMATICA			QUIMICA			TOTALES		
	TC	TP	HC	TC	TP	HC	TC	TP	HC	TC	TP	HC	TC	TP	HC	TC	TP	HC	TC	TP	HC
A) Universidades que ofrecen los programas de Ciencias																					
1 U. Nal. (Bog.)	48 <sup>+</sup> 30	1 1	1	33	24	11	7		(***) 1	77	2	6	115	4	17	135	7	5	445	39	54
2 U. Valle (Cali)	25		2	33	3	1				26		1	36	5	6	23		2	143	8	12
3 U de Antioquia (Med)	41	2	1	71	10	3				39			70		2	56		1	277	12	7
4 U.I.S. (B/manga)	11		4	16	1					24			27			26		5	104	1	9
5 U. Nal. (Med.)	18		2				20	3	18	19		5	52		30	22	2	3	131	5	58
6 U. Andes (Bog.)	16	3	14							6	1	5	15	3	29	2		13	39	7	61
7 U. Javeriana (Bog)*																8		(***) 3	58	11	50
8 EAFIT (Med.)													17	1	2				17	1	2
9 U.J.T. Loz. (Bog)(*)	7		33																7		33
10 U. Medellín (Med)(*)													5		29				5		29
11 U.S.C. de la Salle (Bog)*													5		5				5		5
SUBTOTAL A	196	7	57	153	38	15	27	3	32	191	3	17	342	13	120	272	9	32	1.231	84	320
B) Algunas universidades adicionales con programas en Educación.																					
12 U. Pedag. Nal (Bog)(*)	17		18							12		12	22		16	14		18	65		64
13 U. P. Tec. (Tunja)	18		1							17		7	27		28	16		11	78		47
14 U. Quindío (Armenia)	8	1	9							14		5	22		15	12		4	56	1	33
15 U. Tecnológica (Per.)										20		5 <sup>12+</sup> 18		1 <sup>3</sup>	18			2	68		11
16 U. Cauca (Popayán)										15			25		11				51		
SUBTOTAL B	43	1	28							78		29	126		63	71		35	318	1	155
TOTAL POR SUB-AREA	239	10	83	153	38	15	27	3	32	269	3	46	468	13	183	343	9	67	1549	85	475

TC: Tiempo Completo. TP: Tiempo Parcial HC: Hora Cátedra

\* ICFES. Estadísticas para la Educación Superior (1980)

\*\* Corredor Carlos. Situación de las C. Biológicas en Colombia. Documento del Programa Mejoramiento de la Enseñanza e Investigación en Ciencias Básicas (ICFES-COLCIENCIAS).

\*\*\* Hermelin Michel. Situación de la Geología en Colombia. Documento interno de trabajo del Programa Mejoramiento de la Enseñanza e Investigación en Ciencias Básicas (1981). Incluye solo la sección de Geología.

\*\*\*\* J. Devia, E. Páez. Programa Nacional de Capacitación y perfeccionamiento académico para profesores universitarios en Química Documento del Programa Mejoramiento de la Enseñanza e Investigación en Ciencias Básicas (ICFES-COLCIENCIAS).

+ En la Universidad Nacional, sub-área de biología se diferencia entre el Departamento de Biología (DB) y el Instituto de Ciencias Naturales (I.C.N.). En la Universidad Tecnológica de Pereira, sub-área Matemática se diferencia entre la Facultad de Educación y el Departamento de Matemáticas en Estudios Básicos.

FUENTE: Información extractada de la programación académica de las Unidades de Ciencias en el 1o. ó 2o. semestre de 1981, con las excepciones que se indican con los asteriscos. Los datos se refieren, por lo tanto, en la mayoría de los casos, a personal activo, excluyendo profesores en año sabático y comisiones de estudio.

**PROFESORADO DE PLANTA CON TITULO DE POSGRADO EN UNIVERSIDADES CON  
PROGRAMAS EN EL AREA (1981)**

INSTITUCION	Biología				B. Médicas				C de la T				Física				Matemática				Química				Totales por Univ.			
	Ma(1)		Dr(2)		Ma		Dr		Ma		Dr		Ma		Dr		Ma		Dr		Ma		Dr		Ma		Dr	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
A) Universidades que ofrecen los programas de Ciencias																												
1 U. Nal (Bog.)	15 6+	30.8 19.7	4 7	20.9 22.9	7	14.7	5	47.6	2	19.0	38.5	48.4	11	13.8	44	36.3	15	12.4	15	12.4	26.5	19.0	26	18.6	145	30.1	72	15.1
2 U. Valle (Cali)	9	35.3	5	19.6	10.5	30.2	9	25.9					8	30.5	6	22.9	8	20.0	8	20.0	8	34.0	7	29.8	43.5	29.0	35	23.3
3. U. de Antioquia (Med)	11	26.0	4	9.5	11.5	15	3	3.9					8	20.5	4	10.3	7	9.9	0	0	10	17.8	6	10.7	47.5	16.5	17	6.0
4 U.I.S. (B/manga)	2	16.7	0	0	8	47.0	1	5.9					8	33.3	6	25.0	8	29.6	0	0	6	22.0	4	14.7	32	30.0	11	10.3
5 U. Nal (Med)	0	0	2	10.8					5	19.2	3	11.5	1	4.9	0	0	18	30.2	1	1.7	2	8.4	0	0	26	17.8	6	4.1
6 U. Andes (Bog)	5.5	26.2	5.5	26.2									0	0	5.5	71	4.5	18.9	9	37.9	0	0	0	10	17.3	20	34.6	
7 U. Javeriana (Bog)	-	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	2	18.1	2	18.1	2	-	2	-
8 EAFIT (Med) <sup>(*)</sup>																	17	85.0	2	10.0					17	85.0	2	10.0
9 U. J.T. LOZ. (Bog) <sup>(*)</sup>	3	7.5	1	2.5																				3	7.5	1	2.5	
10 U. Medellín (Med)																	0	0	0	0					0	0	0	0
11 U.S.C. de la Salle (Bog)																	0	0	0	0					0	0	0	0
SUBTOTAL A	51.5	24.1	28.5	13.3	40.0	22.8	20	11.4	10	27.4	5	13.7	63.5	32.3	32.5	16.5	106	526.8	35	8.8	54.5	19.1	45	15.8	326	24.1	166	12.2
B) Algunas universidades adicionales con programas en Educación																												
12 U.Pedag. Nal (Bog) <sup>(*)</sup>	10	28.6	3	8.6									6	25.0	1	4.2	26	68.4	0	0	5	15.6	0	0	47	36.4	4	3.1
13 U.P. Tec. (Tunja)	2	11	0										5	26.7	0	0	4	11.8	0	0	7	37.3	0	0	18	20	0	0
14 U. Quindío (Armenia)	2	18.6	1	9.3									1	6.6	0	0	8	31.1	0	0	9	69.2	1	7.7	20	30.9	2	3.1
15 U. Tecnológica (Per)													6	28.2	0	0	5 6+	35.5	0	0	1	5.4	0	0	18	25.4	0	0
16 U. Cauca (Popayán)	-	-	-	-									1	6.7	0	0	6	24.0	0	0	4	36.4	0	0	11	21.6	0	0
TOTAL POR SUB-AREA	65.5	24.8	32.5	12.3	40.0	22.8	20	11.4	10	27.4	5	13.7	82.5	29.2	33.5	11.9	161	531.0	35	6.7	80.5	22.1	46	12.6	440	25.7	172	10.1

1) Ma: Maestría (asimila doctorados de 3er. ciclo)

2) Dr: Doctorado

- Con la excepción de las universidades con asterisco, los datos que se reportan sobre profesores con título de posgrado corresponden a profesores activos de planta (Tiempo Completo y Medio Tiempo) contabilizando un profesor de medio tiempo como medio profesor de tiempo completo.

Los porcentajes correspondientes para cada universidad, en cada sub-área, se calculan con referencia al número de profesores activos equivalentes de tiempo completo existentes en la institución y en dicha sub-área, que se pueden calcular a partir de los datos del cuadro No. 6.

- En las universidades con asterisco se desconoce la dedicación de los profesores en posgrado por lo cual los porcentajes respectivos se calculan directamente sobre el número total de profesores reportados, sin reducirlos a equivalentes de tiempo completo.

- Los porcentajes asociados con los totales por sub-área de profesores con título de posgrado, se calculan con referencia al número de profesores activos equivalentes de tiempo completo existentes en la sub-área y que se pueden calcular a partir de los totales indicados en el Cuadro No. 6.

- El número de profesores equivalentes de tiempo completo se calcula asimilando dos profesores de tiempo parcial a uno de tiempo completo y 4 horas cátedra a uno de tiempo completo.

+ En la Universidad Nacional, sub-área de biología, se diferencia entre el Departamento de Biología (DB) y el Instituto de Ciencias Naturales (I.C.N.), En la Universidad Tecnológica de Pereira, sub-área matemática, se diferencia entre la Facultad de Educación y el Departamento de Matemáticas en Estudios Básicos.



tación académica no estimula, ni busca conexiones explícitas con áreas más aplicadas de nuestro desarrollo científico, ni estimula, en general, el trabajo y la formación interdisciplinaria.

Se ha criticado también, el papel que la investigación ha venido jugando en el currículo de las carreras de Ciencias. A nivel universitario, la investigación no parece tener una ubicación clara, a nivel de posgrado parece existir unanimidad sobre su importancia, pero su actividad, en las áreas de especialización ligadas a tales programas, se considera, en general, débil y escasa.

La situación del nivel académico y particularmente de la investigación, es aún más aguda en las carreras de Educación. Respecto de estos programas no existen siquiera elementos incipientes de una actividad investigativa sistemática de carácter didáctico, que sirva para fundamentar y dar una orientación a la práctica pedagógica del estudiante, tomando en cuenta los problemas objetivos que enfrenta la enseñanza de las Ciencias en nuestro medio.

Todo lo anterior señala la importancia de propiciar procesos de revisión crítica en lo curricular, tanto a nivel de programas individuales, buscando su mejoramiento académico, como a nivel de los "sistemas" curriculares existentes con las diferentes sub-áreas de las Ciencias Exactas y Naturales. En este caso, con miras a lograr un sistema curricular con niveles y programas de formación más integrados, con mayor diversificación y flexibilidad académicas y con mejor ajuste a las necesidades de formación de recursos humanos en el área.

### 3.5. El profesorado

En los Cuadros 6 y 7 se presentan datos sobre "dedicación a la institución" y "nivel académico" del profesorado de Ciencias en 16 universidades. En la parte superior de los Cuadros, o parte A, se presenta la información correspondiente al conjunto de las 11 universidades en las cuales se ofrecen los programas de Ciencias identificados en el Cuadro N° 2. En la parte inferior, o parte B, se presenta la información correspondiente a 5 universidades adicionales, que ofrecen programas en Educación, y entre las cuales se incluyen a las dos universidades Pedagógicas.

Aunque en los Cuadros mencionados se explica la procedencia de los datos y la forma como se calculan algunas cifras, resultan pertinentes los siguientes comentarios. En el Cuadro N° 7 se utilizaron dos métodos para calcular los porcentajes de profesores con título de posgrado. En las universidades públicas, con excepción de la Pedagógica Nacional, y en la Universidad de Los Andes, las cifras absolutas representan profesores equivalentes de tiempo completo (E.T.C.) y se refieren a profesorado de planta de estas instituciones (tiempo completo y tiempo parcial), excluyendo al profesorado de hora cátedra; pero los porcentajes se calculan respecto del total E.T.C. teniendo en cuenta profesores de hora cátedra. De esta manera se da una medida más realista del desarrollo académico del profesorado a nivel institucional máxime si se tiene en cuenta que, en general, no es fácil disponer siempre de las características académicas del profesorado de hora cátedra<sup>4</sup>. En las restantes universidades los datos de base proceden de las estadísticas del ICFES sobre la educación superior co-

respondientes a 1980. En este caso los números sobre profesores con título de posgrado son globales y no discriminan su nivel de dedicación, lo cual introduce vacíos principalmente en la información sobre la Universidad Pedagógica Nacional y la Universidad Javeriana; en esta última, las estadísticas del ICFES sólo reportan niveles de dedicación. A pesar de estas observaciones y de las presentadas directamente en los Cuadros, que permiten identificar algunos vacíos, diversidad de fuentes de información y desfase en el tiempo entre datos de algunas universidades, se puede afirmar, sin temores, que las cifras presentadas revelan bastante bien la situación profesoral del área en tales universidades, en lo que a dedicación y formación de posgrado se refiere.

Volviendo al análisis de los Cuadros, en el grupo A aparecen las universidades con programas de Ciencias; una primera observación que se puede hacer para el profesorado en estas universidades es el predominio de la dedicación de tiempo completo (TC), especialmente en el caso de las universidades públicas, en las cuales alcanza el 94,2% de las plazas profesoriales.

En el sector de las universidades privadas este porcentaje es del 70.1% (para un porcentaje de todo el conjunto de 90.1%), que aunque no puede considerarse bajo señala diferencias de importancia en la política de vinculación profesoral entre ambos sectores.

Una segunda realidad que se puede observar es que, a pesar de que en términos globales el peso del profesorado con título de posgrado es aún relativamente bajo, si se tiene en cuenta que éste grupo constituye el

sector universitario más avanzado en Ciencias Exactas y Naturales, existen universidades que empiezan a evidenciar un nivel importante de acumulación de profesores con títulos avanzados. En efecto, tal como se indica en el Cuadro N° 7, para el conjunto A el porcentaje de profesores con título de posgrado es sólo de 36.3%, correspondiendo el 24.1% (unos 326 profesores) a profesorado con título de Maestría y el 12.2% (unos 166 profesores) a profesorado con título de Doctorado. Hay, sin embargo, cuatro universidades con porcentajes superiores a este promedio que marcan avances importantes en el desarrollo académico del profesorado del área. Estas universidades son: Valle con 52.3% (43.5 Ma., 35 Dr.), Andes con 51.9% (10 Ma., 20 Dr.), Nacional de Bogotá con 45.6% (145 Ma, 72 Dr.), Industrial de Santander con 40.3% (32 Ma., 11 Dr.). La Facultad de Ciencias de la Universidad de Antioquia presenta, en cifras absolutas, un número alto de profesores con título de posgrado (47.5 Ma., 17 Dr.) pero su población profesoral total muy alta diluye este número a un 22.5%. En EAFIT, por el contrario, se presenta un 95% de profesorado con título de posgrado; sin embargo, dado que en este caso la cifra se refiere solamente al departamento de matemáticas en el cual el programa de posgrado concentra la gran mayoría del recurso profesoral, su situación es en realidad diferente a la de las otras universidades mencionadas, y la cifra prácticamente representa el profesorado con título de posgrado de que dispone el magister en matemáticas existente en esta Universidad. Se debe destacar también que el profesorado con título de posgrado en Ciencias Exactas y Naturales en la Universidad Nacional de Bogotá, representa



aproximadamente el 44% del total de profesores con título avanzado en el conjunto de las 11 universidades consideradas. En particular, en el caso de profesores con título de doctorado se puede afirmar que en esta universidad se encuentra prácticamente el 43% del profesorado existente en el país en estas áreas y con este nivel de formación. En la sub-área de química, por ejemplo, el número de profesores de planta con doctorado (26 profesores) representa el 57.8% del profesorado existente en esta disciplina en toda la universidad colombiana.

Mirada desde una perspectiva disciplinaria, los porcentajes tienden a ser muy semejantes con pequeñas oscilaciones alrededor del 36.3% señalado para todo el conjunto. Se escapa a esta tendencia la sub-área de física con una mayor concentración relativa de profesores con título de posgrado representada por un 48.8%. En la sub-área de ciencias de la tierra se presenta un porcentaje relativamente alto de profesorado con título de posgrado, pero la cifra pierde significado por el carácter parcial de los datos disponibles en esta sub-área en la Universidad Nacional de Bogotá.

Es evidente que el desarrollo académico y docente de los programas de Ciencias está sustentado, fundamentalmente, en el profesorado de posgrado de sus respectivas universidades y que en este sentido se han logrado avances apreciables. En los programas de Magister, el profesorado tiende a poseer en un 100%, título de posgrado, específicamente con nivel de doctorado en las universidades con mayor concentración de profesores con títulos avanzados. Sin embargo, la acción de este profesorado se

dispersa por su necesaria participación en otras tareas tales como docencia general, administración de lo académico, etc., o por falta de políticas institucionales que relacionen de manera más clara la actividad investigativa del profesorado con el desarrollo de sus posgrados y sus posibles líneas de especialización. Esta dispersión, que limita el impacto del profesorado con entrenamiento de posgrado, se puede observar en la docencia de algunos de los programas a nivel universitario y en la magnitud de la actividad investigativa ligada al desarrollo de proyectos de tesis o trabajos de grado, no siempre acordes con el potencial académico profesoral disponible (7). Sólo en contadas sub-disciplinas se dispone de una masa crítica nacional, sobre la cual se pueda sustentar un desarrollo científico de importancia y lo común es que sus posibles componentes se encuentren ubicados en diferentes universidades.

Con base en las consideraciones anteriores, la acumulación de profesores en Ciencias con entrenamiento de posgrado, que se ha venido produciendo en estas universidades, puede considerarse adecuado para sustentar los programas universitarios en dicha área. Esta situación permite para dar inicio, como se ha hecho, a un sistema de posgrado; sin embargo, en términos generales, este sistema es claramente insuficiente para mantener un desarrollo sostenido y acelerado que permita alcanzar, en poco tiempo, un conjunto sustentado de carreras en Ciencias, incluyendo programas a nivel de doctorado y una mayor diversificación en términos de sub-áreas de especialización. En particular, se lograría el incremento rápido del número de profesores con nivel de doctorado, llevándolo a un

20-25% en los próximos cinco años (formación de unos 100 a 150 doctores), mientras el total de profesores con entrenamiento de posgrado subirá a un 50-60%, siendo un impulso muy importante para alcanzar la capacidad profesoral que garantice el desarrollo mencionado.

En cuanto a las características académicas del profesorado que participa en la docencia de las carreras de Educación, el análisis conjunto de los grupos de universidades, A y B, presentado en los Cuadros 6 y 7 permite sacar algunas conclusiones, a pesar de que por fuera de ellos estén más de la mitad de las universidades que ofrecen licenciaturas.

La observación general que se puede anticipar en este caso es que el nivel de formación del profesorado ligado a la docencia y desarrollo de estos programas, a escala nacional, no es el más adecuado. En el conjunto A de universidades, por ejemplo, hay bases para suponer que la participación del profesorado con título de posgrado en la docencia de las licenciaturas es muy baja, a lo cual se puede agregar, que aún este profesorado no tiene el tipo ideal de entrenamiento para enseñar en ellas. El conjunto B, por su parte, constituye un grupo de desarrollo intermedio a nivel nacional en lo que a Ciencias Exactas y Naturales se refiere, y en el cual se encuentran incluidas las dos universidades Pedagógicas llamadas a tener un liderazgo en este tipo de programas. En estas universidades se observa que el profesorado con título de Maestría, ha llegado a alcanzar un porcentaje mayor que en el grupo A (31.9%) por lo cual es de esperar que la docencia en sus licenciaturas sea de buena calidad. Preocupa, sin embargo, en este caso más

que en el anterior, la dispersión del recurso profesoral que debe atender la demanda docente en sus respectivas universidades y la mayor proporción de profesorado de hora cátedra; en el grupo A, especialmente en el caso de las universidades Pedagógicas, en ocasiones el trabajo de "hora cátedra" se cubre con "catedráticos internos", como trabajo extra. Esta situación ayuda a explicar la inexistencia de una actividad investigativa, en lo didáctico y pedagógico, que está requiriendo con urgencia el mejoramiento académico de estos programas.

Estas mismas observaciones permiten concluir que no son muy favorables las condiciones para el desarrollo de buenos programas avanzados en Educación. Por lo demás, en el grupo restante de universidades que ofrecen programas en Educación, la situación global es necesariamente precaria, si se tiene en cuenta que en el conjunto de las 16 universidades reportadas en los Cuadros 6 y 7 se agrupa alrededor del 80% del profesorado con título de maestría y el 100% del profesorado con título de doctor existente en el país en el área de las Ciencias Exactas y Naturales.

La situación docente de los programas de Educación viene a acentuar la necesidad de expandir más rápidamente el profesorado con entrenamiento de posgrado ligado a la docencia de los programas de formación en Ciencias (incluidas las licenciaturas), con base en programas de especialización bien definidos. Sin pretender que el mejoramiento docente se puede reducir a un problema formal de títulos, resulta saludable poner como meta a corto plazo el nivel de magister o su equivalente para ejercer docencia en las licenciaturas o carreras de Ciencias a nivel univer-

sitario, y el nivel de doctorado o equivalente para ejercer docencia en los programas avanzados.

Respecto a una política de desarrollo profesoral que permita alcanzar las metas de mejoramiento cualitativo del profesorado mencionadas atrás, cabe una observación. En el país no ha existido una verdadera planeación en el desarrollo de su personal científico. En el área de las Ciencias Exactas y Naturales el profesorado más avanzado se ha formado siguiendo un proceso espontáneo, tanto en lo relativo a las fuentes financieras utilizadas como a los campos científicos en que se han especializado. Las características académicas finales del profesor que se especializa no han respondido a una identificación previa, en términos de programas concretos de desarrollo científico, sino a un proceso aleatorio de tipo personal que tiene que acomodarse a las opciones académicas que se le presentan. Como consecuencia, la orientación de nuestro desarrollo científico, en particular de nuestros posgrados, resulta definida por las características del personal científico que tiene el país y que dado el proceso en que se ha formado, no tiene por qué coincidir con las necesidades de líneas prioritarias de nuestro desarrollo científico. Se trataría entonces de lograr una política de desarrollo profesoral que permita definir, con mayor precisión, los programas de entrenamiento de posgrado del profesorado de Ciencias, en términos de líneas específicas de especialización y desarrollo investigativo identificadas por las universidades.

### 3.6. Otros recursos (físicos y financieros)

Aunque un conocimiento más preciso sobre la situación de estos re-

ursos en los diferentes programas de formación en Ciencias supone una confrontación de sus necesidades en relación con su funcionamiento actual y sus perspectivas de desarrollo, es posible hacer algunas observaciones generales al respecto.

Lo primero que debe aclararse es que los programas de formación en Ciencias, al igual que los programas de formación en otras áreas académicas, no disponen formalmente de recursos adscritos a ellos o para su uso exclusivo. Los programas derivan sus recursos de los departamentos o unidades de Ciencias y, en este sentido, comparten dichos recursos con otras actividades tales como docencia general, investigación, etc., de acuerdo con la planeación que se hace de ellos en los departamentos. Obviamente, en la medida en que los recursos exigidos por los programas de Ciencias son más especializados, sobre todo en equipo, biblioteca, profesorado, éstos adquieren en la práctica, el carácter de un recurso exclusivo.

En lo relativo a equipo especializado podría decirse, como en el caso del profesorado con entrenamiento de posgrado, que en las universidades en las cuales se encuentran los programas de Ciencias se ha alcanzado un equipamiento aceptable que incluso, a veces, ha presentado paralelismo y uso ineficiente del equipo disponible en el país pero que, en términos generales, es insuficiente para sustentar un desarrollo más ambicioso de los posgrados y de la actividad investigativa en dichas universidades. Datos sobre la situación de estos recursos, con grados variables de especificación se encuentran en (3), (4), (7), (8), (9) y (10).

Dos problemas de fondo se pueden advertir en este contexto. Las dificultades en reponer o ampliar la dotación existente cuando se trata de equipo costoso y los problemas de mantenimiento y adquisición de partes. Tradicionalmente no ha existido una política de equipamiento para las universidades y puede afirmarse que parte muy importante del equipo especializado existente en las universidades ha sido financiado con recursos provenientes de la asistencia internacional, convenios bilaterales o ayudas de fundaciones extranjeras. El país ha hecho, en ocasiones, esfuerzos que no alcanzan a constituir una política y que, con frecuencia, por su mala planeación, han conducido al despilfarro de recursos. Por otra parte, dentro de los mecanismos financieros existentes en el país, para el desarrollo de actividades investigativas, ha primado la tendencia de financiar equipo, no muy caro, amarrado al desarrollo de proyectos de investigación, excluyendo las inversiones más costosas en infraestructura básica. Finalmente, el presupuesto universitario ha sido, ante todo, un presupuesto docente que no ha dejado margen para la inversión en desarrollo científico propiamente dicho. Las circunstancias anteriores explican las dificultades de las universidades en reponer y/o ampliar la dotación de equipo básico que hemos señalado y la necesidad de una política financiera que, tomando como base la evaluación objetiva del potencial científico de las instituciones y sus programas de desarrollo investigativo, les permita llenar el vacío financiero que hemos anotado.

De otro lado, los problemas de mantenimiento siguen siendo causa principal en el uso ineficiente del equipo científico disponible, al igual

que las dificultades para importar partes y reactivos lo son para el oportuno suministro de insumos en las prácticas docentes y proyectos de investigación.

En los recursos bibliográficos es válido el análisis anterior. En las universidades en las cuales los programas de Ciencias han alcanzado el nivel de posgrado se puede hablar de unos recursos bibliográficos deficientes pero aceptables, cuyo mantenimiento, especialmente en lo concerniente a colecciones periódicas, es muy precario. Aparecen, en realidad, muchos títulos de revistas científicas en las bibliotecas de estas universidades, pero en su gran mayoría, las colecciones están incompletas o no se renuevan sistemáticamente.

Los aspectos de espacio físico, por su parte, no suelen tenerse muy en cuenta cuando se crean nuevos programas. En este sentido se advierten deficiencias en espacios, especialmente para investigación y estudio personal de los estudiantes, lo cual es particularmente negativo a nivel de posgrado.

En cuanto a los recursos financieros se pueden mencionar dos problemas importantes en el desarrollo de estos programas, muy especialmente del posgrado. El primero se refiere a las fuentes de ayuda financiera que disponen los estudiantes de posgrado; se considera que uno de los factores principales que limita el acceso al posgrado de los profesores y estudiantes de Ciencias y, por lo tanto, influye negativamente en el desarrollo de estos programas, es la falta de becas nacionales que estimulen estos estudios. Se piensa que, en este caso, las políticas de préstamos del ICETEX no son adecuadas, a no

ser que se hicieren condonables por servicios. Por su incipiente desarrollo, la mayoría de las carreras de Ciencias Exactas y Naturales requieren, en nuestro medio, de incentivos especiales.

Un segundo problema, más general que el anterior, que se refleja en los problemas que hemos analizado en lo relativo a equipamiento, recursos bibliográficos y físicos, es el relativo al presupuesto de inversión y funcionamiento de que disponen las carreras de Ciencias en sus respectivas universidades. La realidad es que estos programas carecen de recursos presupuestales propios que les permita planear y asegurar, adecuadamente, su funcionamiento y desarrollo.

Se debe precisar, finalmente, que las consideraciones generales que se han hecho, se refieren al conjunto de universidades en las cuales se concentran las carreras de Ciencias. Por fuera de este núcleo y como ya se vio en la sección 3.1., está un número considerable de universidades con un par de licenciaturas en Educación. En este conjunto periférico la situación de los recursos analizados en esta sección, puede considerarse exageradamente deficiente.

#### 4. Investigación y desarrollo <sup>5</sup>

##### 4.1. Aspectos institucionales

##### Magnitud y participación institucional

En el discurso universitario siempre se le ha asignado gran importancia a las actividades de investigación y desarrollo, pero su realidad institucional nunca ha podido alcanzar el nivel de tales expectativas. De la investigación en la universidad colom-

biana se ha dicho repetidamente que es débil, escasa y dispersa y el área de las Ciencias Exactas y Naturales no escapa a esta realidad. Dentro de esta perspectiva las Ciencias Exactas y Naturales muestran, sin embargo, ciertos avances relativos llegando a constituir en 1977 el mayor componente de la escasa actividad investigativa en la universidad. "El 40% de los proyectos de investigación y de los investigadores y el 33% de los recursos financieros pertenecían a dicha área" (11). Estas cifras representaban, en términos absolutos (Cuadro N° 9), 248 proyectos, en los cuales participaban 428 investigadores de 17 universidades, con un costo de \$ 62.542.185 <sup>6</sup>. Aunque no se tienen datos recientes sobre la actividad investigativa global, cifras que se han venido recogiendo en las universidades sobre la investigación en Ciencias Básicas muestran que, aunque muy lentamente, esta actividad ha seguido creciendo en términos de proyectos e investigadores (5), (10), (12), (13).

Con relación a la participación de las distintas universidades, la actividad investigativa del área aparece concentrada en las mismas universidades en las cuales se encuentran las carreras de Ciencias (Cuadro N° 8) y más concretamente en las Universidades Nacional de Bogotá, Valle, UIS, Antioquia, Nacional de Medellín, Andes y Javeriana; esto es apenas una consecuencia natural de la mayor acumulación de recursos que presentan tales universidades, y por el efecto multiplicador de la investigación estudiantil, especialmente a nivel de posgrado. Sin incluir las C. B. Médicas, más del 90% de la actividad investigativa del área, representada en 230 proyectos (92.7%), 382 investigadores (89.3%) y a un



costo de \$ 57.809.927 (92.4%), se realiza en tales universidades<sup>7</sup>. Se puede observar, adicionalmente, que el conjunto de la actividad investigativa en las universidades privadas es muy bajo con relación a las universidades públicas (Cuadro N° 10) lo cual permite afirmar una vez más, que el mayor esfuerzo institucional en el desarrollo de las Ciencias Exactas y Naturales en el país está concentrado en la universidad pública.

Respecto a la baja diseminación institucional de la investigación en el área, la concentración de esta actividad en las pocas universidades mencionadas es, a largo plazo, un limitante para el desarrollo de las Ciencias Exactas y Naturales en el país y para la misma consolidación de dicho desarrollo en las universidades relativamente más avanzadas. El continuo desarrollo del subsistema de Ciencias Básicas, y en particular de su componente universitario, supone una política de apoyo que pueda ofrecer una salida al desarrollo científico de 10 ó 15 universidades que presenten un adelanto intermedio. Es fácil comprender, por ejemplo, que los programas de formación en el área de pre y posgrado en las universidades más adelantadas, tendrían muy poco significado y escasas posibilidades de un verdadero fortalecimiento si el resto del sector universitario, por ausencia de políticas de desarrollo, no requiere de personal de alta calificación científica para el ejercicio de su vida académica. Debe ser claro, también, que una mayor participación institucional en el desarrollo investigativo es necesaria para asegurar la adecuada cobertura temática que requiere el desarrollo científico nacional.

Esta salida científica para las universidades de desarrollo intermedio

tiene que darse a través de la actividad investigativa, puesta como una meta que debe alcanzarse mediante una adecuada planeación del desarrollo institucional. La afirmación puede resultar trivial pero lleva a considerar un problema muy importante en nuestro desarrollo científico que debe evidenciarse.

En nuestro medio, la creación de carreras de Ciencias de pre y posgrado, ha constituido el principal mecanismo mediante el cual el personal más calificado en las universidades ha tratado de mantener, o por lo menos no retroceder, en su desarrollo científico y en el de la universidad. Ello se debe a que, tradicionalmente, las universidades sólo han reconocido la actividad docente en sus programaciones y planes de desarrollo en lo que respecta a la apropiación de presupuesto. De esta manera, una vez aprobado un programa de formación, éste se convierte en un mecanismo de presión sobre las directivas universitarias para la inversión de diferentes tipos de recursos. Lo anterior ha conducido, con frecuencia, a que las carreras respondan más que a las necesidades del perfil profesional que deben tener los egresados, a los intereses y características académicas de quienes las impulsan. Ha conducido también, como ya anotamos en el análisis de los posgrados, a que muchos de estos programas se hayan creado sin los requisitos y compromisos institucionales necesarios mínimos. Muchos profesores tienen la concepción simplista de que la creación de un posgrado genera investigación por arte de magia. El posgrado es un instrumento de impulso y potenciación de una actividad investigativa, pero dicha actividad debe existir como un pre-requisito y un re-

Cuadro No. 8

## INVESTIGACION POR UNIVERSIDADES (1977)

UNIVERSIDAD	PROYECTOS(1)		COSTO		INVESTIGADORES	
	Número	% (2)	Pesos Col.	%	Número	%
1. Universidad Nacional — Bogotá	106	67.1	28.287.521	57,6	192	65,5
2 Universidad del Valle	35	29,7	6.706.700	17,0	64	30,0
3 Universidad de Antioquia	27	42,1	4.450.422	29,0	51	41,5
4 Universidad Industrial de Santander	34	54,8	7.945.877	52,6	42	49,4
5 Universidad Nacional — Medellín	13	42,0	2.567.120	21,5	21	35,6
6 Universidad de los Andes	10	10,0	3.854.240	13,6	17	14,5
7 Universidad Javeriana	5	55,6	3.998.047	90,7	5	45,4
8 EAFIT	0		0		0	
9 U.J.T. Lozano	2	100,0	229.900	100,0	5	100,0
10 Universidad de Medellín	0		0		0	
11 U.S.C. de la Salle	0		0		0	
<b>SUBTOTAL</b>	<b>232</b>		<b>58.039.827</b>		<b>397</b>	
12 Universidad Pedagógica Nacional	0		0		0	
13 U. P. T. C.	5	35,7	505.260	14,2	8	29,7
14 Universidad del Quindío	1	20	269.840	63,2	2	25
15 Universidad Tecnológica de Pereira	0		0		0	
16 Universidad del Cauca	0		0		0	
<b>TOTALES</b>	<b>238</b>		<b>58.814.927</b>		<b>407</b>	

(1) No incluye los aportes de los 69 proyectos de C. B. Médicas reportados en el Cuadro No. 9.

(2) El % se refiere al total de la actividad investigativa en la institución respectiva.

Las restantes universidades en las cuales se identificó actividad investigativa en el área y no aparecen en este Cuadro son: Cartagena (3 proyectos \$ 498.168, 9 invest.), Córdoba (2 proyectos \$ 1.306.790, 4 invest.), Atlántico (1 proyecto \$ 550.000, 11 invest.), Caldas (1 proyecto \$ 91.300, 1 invest.), Pamplona (1 proyecto, \$ 453.000, 2 invest.), Francisco de Paula Santander (1 proyecto \$ 38.000, 1 invest.), Autónoma de Bucaramanga (1 proyecto \$ 790.000, 3 invest.).

FUENTE: COLCIENCIAS. La Investigación en la Universidad Colombiana (1977).

Cuadro No. 9

## INVESTIGACION POR SUB-AREAS (1977)

DISCIPLINA CIENTIFICA DE LOS PROYECTOS	NUMERO UNIVERSIDADES	NUMERO PROYECTOS	COSTO PROYECTOS	INVESTIGADORES
Matemática	7	4	1.510.000	10
Física	6	47	9.414.690	77
Química	6	68	16.835.388	115
Biología	14	107	25.845.568	195
Ciencias de la Tierra	6	22	8.936.539	31
<b>SUBTOTAL</b>	<b>39</b>	<b>248</b>	<b>62.542.185</b>	<b>428</b>
<b>B. Médicas*</b>	<b>5</b>	<b>69</b>	<b>13.311.360</b>	<b>139</b>
<b>TOTALES</b>	<b>44</b>	<b>317</b>	<b>75.853.545</b>	<b>567</b>

Cuadro No. 10

## INVESTIGACION POR SECTORES INSTITUCIONALES (1977)

Universidades públicas**	13	230	53.669.998	398
Universidades privadas	4	18	3.872.187	30
<b>TOTALES</b>	<b>17</b>	<b>248</b>	<b>57.542.185</b>	<b>428</b>

\* Incluye las cifras reportadas en el estudio de COLCIENCIAS como farmacología, fisiología, microbiología y virología, inmunología en ciencias de la salud, además de los aportes de proyectos en bioquímica, genética y morfología identificados directamente en las fichas-resumen.

\*\* En el caso de las C.B. Médicas 4 universidades públicas concentran 67 proyectos por valor de \$ 12.466.215, realizados por 134 investigadores.

FUENTE: COLCIENCIAS. La Investigación en la Universidad Colombiana (1977).



curso necesario para la creación de cualquier posgrado.

Independientemente de que puedan requerirse o no en el país nuevos programas de formación en Ciencias, la creación de estos programas, como estrategia de desarrollo científico, no puede ser la salida básica para las universidades de desarrollo intermedio. Esta salida tiene que estar en la programación de un desarrollo paulatino de sus actividades de investigación ligadas, en lo posible, a programas amplios de carácter interinstitucional.

En cuanto al profesorado que participa en actividades de investigación y desarrollo, su número es muy bajo. La falta de datos comparables por universidades para las distintas subáreas, impide hacer un seguimiento institucional del número de investigadores, semejante al que se hizo de los profesores con títulos avanzados. Se puede intentar, sin embargo, algunos estimativos globales aproximados, con base en las estadísticas consignadas en los Cuadros 8, 9 y 14 y en la información contenida en (5), (10), (12). Así, respecto del total de profesores del área, la fracción de profesores que participa en actividades de investigación puede estimarse no mayor del 20% y entre el 30% y el 35% cuando se consideran únicamente las 7 universidades de mayor desarrollo relativo, con casos destacados de algunos departamentos en estas universidades, en los cuales el nivel de participación profesoral en investigación puede llegar a superar el 40% y el 50%.

Respecto a la participación profesoral en la actividad investigativa, es pertinente señalar dos problemas cuya atención podría contribuir a incre-

mentar apreciablemente la producción investigativa de la universidad a corto y mediano plazo. El primero se refiere a la participación del profesorado con posgrado en la actividad investigativa. Aunque, en términos generales, aquellas universidades que presentan el mayor número de profesores con título de posgrado muestran también el mayor número de investigadores y de proyectos, la actividad investigativa en el área no responde plenamente al potencial profesoral existente; este aspecto fue analizado en la sección 3.5. El coeficiente de participación<sup>8</sup> en la actividad investigativa del profesorado con título de posgrado es baja. Datos obtenidos en las subáreas de biología y química en las 7 universidades de mayor desarrollo relativo, señalan que los coeficientes de participación investigativa menores que 1 tienden a ser la mayoría y que, entre el profesorado con nivel de doctorado, se registran coeficientes de 0.5. Esta situación debe ser semejante en física y es, evidentemente, mucho más aguda en matemática en la cual, a pesar de existir más de 200 profesores con título de posgrado, 35 de los cuales son doctores, la investigación es muy escasa. La baja participación del profesorado con título avanzado en actividades investigativas se observa, igualmente, al considerar el grupo B de universidades de los Cuadros 6, 7 y 8. En este grupo de universidades la investigación es prácticamente inexistente, a pesar de que el profesorado de planta en posgrado llega a alcanzar el 31.9% en el nivel de maestría.

Un segundo aspecto que se debe destacar es el bajo tiempo promedio que oficialmente dedican los profesores con actividad investigativa al desarrollo de sus proyectos. Son esca-

Los profesores de tiempo completo dedicados a la investigación, en algún período académico, y muy pocos los de medio tiempo. Es común que los planes de trabajo profesoral aprobados por las universidades reporten el reconocimiento de 5 a 10 horas semanales a profesores con proyectos de investigación, al lado de dos o tres cursos y de otro tipo de actividades. Esta baja intensidad de trabajo individual, complementada con los problemas de suministro oportuno de recursos financieros, equipo, etc., y la inestabilidad institucional de las universidades, son factores determinantes en la ineficiencia y baja productividad que presenta la actividad investigativa en la universidad, la cual se refleja en un bajo número de proyectos ejecutados por año y en los escasos artículos investigativos que se publican. La afirmación recogida entre investigadores activos en 1980 de que, en los últimos 10 años, la investigación en química (una de las sub-áreas con mayor desarrollo investigativo), sólo "ha generado 25 artículos en revistas científicas colombianas y 10 artículos en revistas de otros países" (12) es bastante reveladora en este sentido.

El marginamiento de la actividad investigativa de profesores que deberían realizarla, o su bajo nivel de dedicación a ella entre quienes la realizan, se suelen explicar, desde la perspectiva profesoral, como un problema de carga académica, y de escasos recursos desde la perspectiva de las directivas universitarias. Aunque hay verdad en ambas posiciones y la situación presupuestal claramente limita todo el desarrollo científico universitario, esta realidad no parece ser el verdadero obstáculo para la creación de un espacio mínimo de trabajo para aquellos escasos profesores

que en el momento actual desarrollan, o están en capacidad de desarrollar, proyectos de investigación. Detrás del argumento presupuestal parece existir un temor o falta de convencimiento sobre la necesidad de adquirir un compromiso institucional más radical con la investigación, y de asumir mayores riesgos financieros para impulsar su desarrollo. Parece existir, también, un temor profesional de adquirir compromisos formales muy ostensibles con proyectos de investigación ambiciosos, sin tener plena garantía de resultados satisfactorios, por los obstáculos del medio y la falta de experiencia investigativa. El profesorado termina acomodándose así al tiempo marginal que le concede la universidad y que no le representa mayores riesgos, ni compromisos laborales.

#### Programación del desarrollo investigativo y escuelas de investigación

La situación anterior, revela un estado de inmadurez académica institucional, que tiende a mantenerse en el seno de las políticas de apoyo pasivo a la investigación, reinantes en nuestras universidades. Esta realidad sólo podrá ser superada plenamente en la medida en que se vaya alcanzando una verdadera programación institucional de la investigación, incorporada a los planes de trabajo de los profesores, y se logre avanzar en la creación de un ambiente investigativo mediante el desarrollo de "escuelas de investigación", que hagan posible un proceso de calificación paulatina del profesorado en esta actividad.

La ausencia de una programación institucional de la investigación en la universidad refleja, también, falta de claridad sobre su papel institucional

y de convencimiento sobre sus posibilidades en nuestro medio. Programación, en este sentido, implica un compromiso con un determinado proceso de crecimiento de la actividad investigativa y del esfuerzo laboral dedicado a ella, que lleva aparejados desarrollos institucionales de formación de recursos humanos, equipamiento, etc., necesarios para alcanzar la capacidad investigativa requerida.

Programación significa también, sin negación de un espacio para la investigación libre y la iniciativa individual, definir intereses investigativos institucionales mediante la identificación de áreas de especialización científica, áreas problema para estudio prioritario y definición de programas institucionales específicos de investigación en tales áreas científicas y en tales sectores de aplicación.

En el surgimiento de "escuelas de investigación", entendidas como existencia de una actividad investigativa organizada en grupos en torno a los investigadores de mayor experiencia y trayectoria y en programas amplios de investigación, es importante resaltar la necesidad de un profesorado del mejor nivel académico posible, con autonomía investigativa, que pueda catalizar dicho proceso. La falta física de este tipo de profesores, o la carencia de su asesoría, ayuda a explicar la ausencia de investigación en universidades que tienen un profesorado de planta, con buen nivel académico, pero sin experiencia investigativa adecuada.

Este planteamiento lleva a resaltar la necesidad de una política ambiciosa de desarrollo profesoral, al más alto nivel posible (Sección 3.5), como elemento básico de una política de desarrollo científico en la univer-

sidad y que, por lo mismo, no debe ser exclusiva de las universidades de mayor desarrollo relativo donde se concentran los posgrados y carreras de Ciencias.

No quiere decir lo anterior, que no haya que atender los demás factores que inciden en la capacidad institucional para realizar investigación tales como equipo, bibliografía y sistemas de apoyo para el suministro de equipos y partes tan deficientes en nuestro medio. Pero la construcción de este tipo de infraestructura es algo susceptible de desarrollar bajo diseño con períodos relativamente cortos de tiempo, si media la adecuada financiación; constituyen, por lo tanto, elementos de desarrollo predecible, necesarios pero, al fin y al cabo, pasivos en términos de las iniciativas del desarrollo. Se quiere destacar, igualmente, que el escaso número de investigadores y el bajo nivel de formación que en general presenta el profesorado del área, es el principal obstáculo para un incremento radical de la investigación en la universidad. Se debe agregar, por último, que el configurar un amplio grupo de profesores-investigadores, como se propone, con capacidad de proyectar y reproducir su trabajo a través de verdaderas "escuelas investigativas" y programas de posgrado, no se puede mirar como un simple problema de becas. Este proceso está limitado por las condiciones socio-económicas en que se da la carrera del científico en nuestro medio y tiene que ver, por lo tanto, con las políticas de desarrollo científico que se pongan en práctica y, en particular, con las condiciones institucionales en que se desarrolla el trabajo académico y la investigación, lo cual nos trae de nuevo, en un fenómeno de causa y efecto, a

los problemas de la programación y de las escuelas de investigación.

### La universidad en el sistema científico-tecnológico

El desarrollo y proyección de la actividad investigativa del área y, en general, de toda la universidad, requiere también de una definición clara sobre el papel que, en términos investigativos, debe cumplir la universidad en el sistema científico-tecnológico, reacondicionando su función interna y su organización a dicho papel. La investigación se ha orientado a cumplir una función muy limitada en la formación de estudiantes y profesores y, con escasas excepciones, se ha articulado a programas amplios de carácter interinstitucional o nacional, buscando mayor proyección o aplicabilidad en sus resultados. La difusión misma de sus resultados presentes es prácticamente inexistente. A pesar de que en el sector público externo a la universidad, se realiza un porcentaje apreciable de la investigación nacional en Ciencias Exactas y Naturales (12.8%) (11), en este sector se están expresando propósitos explícitos de desarrollo del Estado; por esta misma razón dicho porcentaje debe tender a crecer en el futuro y la interacción entre la investigación en la universidad y dichas instituciones externas a ella debe aumentar.

Es claro que, ante todo, la investigación en la universidad cumple un papel en el mejoramiento de la docencia general y en la formación del personal técnico y científico que requiere el país pero, a la vez, es necesario intentar la creación de verdaderos frentes de desarrollo científico y que una parte considerable de su esfuerzo se vincule con propósitos

específicos de desarrollo nacional. De hecho, la integración y coordinación de esfuerzos entre universidades y entre universidades e institutos, aparece como una necesidad nacional indispensable para poder alcanzar una actividad investigativa con nivel internacional en lo científico, y con capacidad de incidir decisivamente en nuestro propio desarrollo.

#### 4.2. Algunos aspectos académicos

##### Distribución de la investigación por sub-áreas

En cuanto al desarrollo investigativo de las diferentes disciplinas que constituyen las Ciencias Exactas y Naturales se puede afirmar que biología, química y física constituyen las sub-áreas más avanzadas con un desarrollo científico comparable, aunque con mayor magnitud en el área de biología. Los datos registrados por COLCIENCIAS en 1977, que aparecen en el Cuadro N° 9, siguen dando, en términos generales, una visión válida de la manera como se distribuye, según disciplinas, la actividad investigativa en el área.

Biología (107 proyectos, 195 investigadores<sup>9</sup> y química (68 proyectos, 115 investigadores) han presentado tradicionalmente las actividades de investigación y desarrollo más extendidas, quizás por las conexiones más explícitas que presentan estas disciplinas con el desarrollo agrícola, industrial, salud, etc., y porque en muchos de sus temas de investigación la formación de posgrado resulta ser un requisito menos necesario que en física y matemática. Física por su parte (47 proyectos, 77 investigadores), ha tenido avances relativos en algunas de sus especialidades y puede al-

## ORIENTACION CIENTIFICA DE LA INVESTIGACION UNIVERSITARIA EN CIENCIAS BASICAS

Química*					Biología y B. Médicas**					Física***				
ESPECIALIDAD	T.Inv.		Invest.		ESPECIALIDAD	Proyec		Invest.		ESPECIALIDAD	Proyec		Invest.	
	No.	%	No.	%		No.	%	No.	%		No.	%	No.	%
- Química orgánica	13	7	6	3	- B. aguas continent.	1	0,7	3	1,4	- Física molecular atómica y óptica	11	22,9	24	24,7
- Fitoquímica	37	18	38	18	- Biología marina	6	4,3	4	1,9	- Estado sólido y bajas temperaturas	14	29,1	32	33,0
- Bioquímica	17	9	25	12	- Bioquímica-vegetal	2	1,4	9	4,2	- Campos partículas y relatividad	9	18,7	7	7,2
- Físico-química	32	16	14	7	- Botánica	19	13,6	27	12,6	- Física nuclear y energética	2	4,2	3	3,1
- Contaminación amb.	18	9	26	12	- Ecología	8	5,7	13	6,1	- Físico-química	1	2,1	3	3,1
- Química analítica	3	1	4	2	- Entomología	6	4,3	11	5,1	- Biofísica	1	2,1	4	4,1
- Química inorgánica	8	4	7	3	- Fisiología vegetal	4	2,8	12	5,1	- Instrumentación	1	2,1	2	2,1
- Química organomet	7	3	4	2	- Genética vegetal	1	0,7	2	0,9	- Invest. pedagógica	9	18,8	22	22,7
- Carboquímica	10	5	20	9	- Zoología	9	6,4	15	7,0					
- Química aliment..	2	1	4	2	- Anatomía	1	0,7	3	0,4					
- Química de suelos	6	3	6	3	- Bioquímica animal	14	10,0	5	2,3					
- Apr. tec. nat.	26	13	24	11	- Farmacología	4	2,9	5	2,3					
- Proc. y tec. q.	22	11	33	16	- Fisiología animal	7	5,0	10	4,7					
- Invest. pedagógica	-	-	-	-	- Fitoquímica	1	0,7	2	0,9					
					- Genética animal	24	17,1	27	12,6					
					- Histología y embriol.	5	3,6	10	4,7					
					- Inmunología	8	5,7	22	10,1					
					- Micología	2	1,4	3	1,4					
					- Microbiología	9	6,4	11	5,1					
					- Nutrición	1	0,7	5	2,3					
					- Palinología	1	0,7	3	1,4					
					- Parasitología	2	1,4	5	2,3					
					- Patología animal	2	1,4	3	1,4					
					- Virología	3	2,1	5	2,3					
					- Pedagogía	0		0						
TOTAL	201	100	211	100		140	99,7	215	99,9		48	100	97	100

\* El censo de química incluye 16 universidades en las cuales se identificó actividad investigativa en 10 (8 oficiales, 2 privadas). En (12) se distingue entre "proyecto" y "trabajo de investigación", constituyendo éste último un criterio más laxo de clasificación que el primero. Los datos se refieren a "trabajos" (T). En algunas de las especialidades se incluyen trabajos de investigación realizados en facultades de ingeniería, especialmente en las Universidades Valle, UIS, Antioquia. En la clasificación dada en química se utilizan tanto "especialidades científicas" como "sectores de aplicación".

\*\* El censo de biología sólo incluye las universidades Nacional, Javeriana, Antioquia, UIS, Valle. Por falta de información no se incluyó la Universidad de los Andes, de importancia en la subárea.

\*\*\* El censo de física incluye un amplio número de universidades pero sólo se consideran "las universidades que reportaron tener algunas líneas de desarrollo e investigación y aquellas que aspiran a tenerlas a corto plazo". Los datos tuvieron ajustes. Se mantuvieron los "proyectos recién terminados", pero no se incluyeron proyectos en proceso de planeación. Se ajustan datos sobre investigadores con base en información disponible tratando de evitar el conteo múltiple de investigadores que pueden aparecer en varios proyectos.

Cuadro No. 12

## CONVERGENCIA INSTITUCIONAL DE LA INVESTIGACION UNIVERSITARIA EN CIENCIAS BASICAS

Química		Biología y B. Médicas		Física	
Especialidad	Univ. (No. Trab No. Inv)	Especialidad	Univ. (No. Proy. No. Inv).	Especialidad	Univ.(No. Proy. No. Inv)
Fitoquímica	Ant (6T, 5I) Cal(1T,3I) (6P, 16I) UIS(5T, 3I) Jav (5T, 2I) Cau (1T, 7I) Nal. B. (13T. 12I)	Botánica	Nal. B (14P, 22I) V(2P,2I) Ant (3P, 3I)	Física molecular atómica y óptica	V(1P, 1I) UIS(3P,2I) Ant(1P,3I) Nal. B(6P, 16 I)
Bioquímica	Nal B(16T,20I) Nal. M(1T,5I)	Ecología	Nal. B (6P, 12I) Ant (1P,5I) Jav (1P, 1I)	Estado sólido y bajas temperaturas	V(1P, 6I) UIS (1P,6I) Ant (1P, 6I) Nal. B(11P,14I)
Físico—química	UIS(2T,2I) Nal. B(27T, 10I) V (3T,2I)	Entomología	Nal. B (1P, 1I) Jav (1P, 1 I) V (4P,9I)	Campos, partículas y relatividad	Andes (9P, 7I)
Contaminación	Ant(8T,7I) At(2T,4I) V(3T,6I) UIS (3T,5I) Boliv (2T,4I)	Fisiol. vegetal	Nal.B (2P,8I) Jav.(2P, 2I)	Físico—química	V (1P,3I)
Carboquímica	Ant (2T, 7I) UIS (2T,1I) V(1T, 1I) Nal. B(2T,7I) Nal. M(3T, 4I)	Zoología	Nal.B (7P,11I)Ant(1P,3I) V(1P,1I)	Física nuclear y energética	V(1P,1I)Nal. B(1P, 2I)
Aprovechamiento recursos naturales	At(4T,4I) UIS (9T,3I) V (11T, 13I) Nal.B (2T,4I)	Bioquí. animal	V(5P,2I) Jav (9P,4I)	Biofísica	Nal B (1P, 4I)
Procesos y tec- nología química	Ant(5T, 15I) UIS(9T,7I) V(8T, 11I)	Fisiol. animal	Ant(3P,8I) V(4P, 4I)	Instrumentación	Ant (1P,2I)
		Genética animal	Nal.B(10P,16I) Ant(4P,6I) V (5P,2I) Jav(5P,2I)	Invest. pedagóg.	V (1P,7I) At(1P,3I) Ped.Nal. (2P,1I) Nal.B (1P,4I) Jav (2P,4I) Distrital (1P,2I) Andes (1P,1I)
		Inmunología	Ant (6P, 18I) V (1P,1I) Jav (1P,3I)		
		Microbiología	Ant (4P,6I) V(5P,5I)		



canzar en el presente un volumen de proyectos muy similar al de química. En ciencias de la tierra (22 proyectos, 31 investigadores), la investigación universitaria ha sido bastante baja a pesar de su gran importancia en términos de los recursos no renovables del país, lo cual sólo se puede explicar por falta de políticas oficiales de desarrollo científico-tecnológico en este sector. La crisis de personal que vive la Universidad Nacional en geología en los últimos años está contribuyendo notoriamente a deprimir aún más, el desarrollo investigativo de esta sub-área. En matemáticas (4 proyectos, 10 investigadores), la investigación sigue siendo casi inexistente, pero los avances que empiezan a observarse en los posgrados y los intentos por configurar algunos grupos nacionales de estudio, permiten augurar un pronto surgimiento de una actividad investigativa más amplia y estable.

#### Orientación y proyección de la investigación

En los Cuadros 11 y 12 se presenta alguna información para las sub-áreas de química, biología y física sobre las distribuciones de investigadores y proyectos por especialidades y su convergencia institucional. Aunque los criterios de clasificación, tanto de proyectos como investigadores, puede variar de una a otra sub-área, los datos suministrados sirven como indicadores del desarrollo relativo de las especialidades al interior de cada sub-área, y para señalar la posible convergencia de intereses investigativos entre universidades.

En el caso de química, el Cuadro N° 11 señala que las áreas de investigación con mayor número de proyectos y/o investigadores son fito-

química, procesos y tecnología química, aprovechamiento de recursos naturales, contaminación ambiental, carboquímica, físico-química y bioquímica. Es particularmente baja en la universidad la actividad investigativa en química analítica, química de suelos y química de alimentos.

El Cuadro N° 12 destaca, por su parte, la mayor diseminación institucional que presenta la investigación en fito-química, contaminación ambiental, carboquímica y aprovechamiento de recursos naturales.

En el caso de biología<sup>10</sup> se destacan, en términos de proyectos e investigadores, las especialidades de bioquímica animal, botánica, genética animal, zoología e inmunología seguidas de microbiología, fisiología animal, fisiología vegetal, ecología y entomología. Se hacen notorias, por su escasa investigación en las facultades de Ciencias o Departamentos de Ciencias Básicas Médicas encuestadas, especialidades tales como nutrición, parasitología, genética vegetal y virología, entre otras.

En la sub-área de física aparecen con un mayor desarrollo relativo las especialidades de estado sólido y bajas temperaturas, física molecular, atómica y óptica, campos y partículas y, como una excepción en las distintas sub-áreas de las Ciencias Básicas, se destaca la investigación pedagógica. Es muy baja la investigación en disciplinas tales como física nuclear y energética, biofísica, instrumentación, y ni se menciona siquiera la reología, la hidrodinámica, entre otras especialidades importantes de la física. Es importante destacar la mayor difusión institucional de la investigación en estado sólido y la concentración, en la Universidad de los Andes,

de la temática investigativa en campos, partículas y relatividad. En el caso de la investigación pedagógica es también notable la concentración de esta actividad en la Universidad del Valle, aunque la forma de presentación de los datos no lo evidencia claramente.

Respecto de matemática, aunque no se presenta ninguna información tabulada, se puede mencionar, entre las escasas especialidades en las cuales se realiza alguna investigación, el análisis funcional que presenta el mayor número de especialistas y la mayor diseminación institucional. Se podrían mencionar, también, las especialidades lógica y topología, esta última con una trayectoria más o menos larga. Finalmente se evidencia alguna actividad en la interfase de la física y la matemática pero, en general, la investigación matemática aplicada es inexistente en nuestro medio.

La visión global de los hechos anteriores permite concluir que, incluso en subdisciplinas que presentan un mayor desarrollo relativo, la acumulación de investigadores y el esfuerzo investigativo realizado es muy bajo y disperso para sustentar un desarrollo investigativo de importancia. Esta realidad se hace más aguda cuando se trata de penetrar la actividad investigativa misma y se descubre que, en contadas excepciones, no hay verdaderos programas investigativos que el número de proyectos realizados por año es bajo, y que, aún entre la investigación que se realiza en una institución y en una especialidad, no hay mucha relación o continuidad respecto a proyectos anteriores. Permite identificar, también, en la actividad investigativa del área, vacíos notables con relación a disciplinas científicas o áreas problemas relevantes para el desarrollo científico y/o eco-

nómico del país. Adicional a los vacíos anotados en las distintas subáreas, es de extrañar, por ejemplo, que en el país no existan aún líneas de desarrollo claras en ecología, geofísica, ciencias de los materiales y aún en fitoquímica; a pesar de los enormes recursos de carbón de que dispone el país, no existe un programa ambicioso, a nivel universitario, de investigación y desarrollo en carboquímica, ni mayor coordinación entre la actividad existente en este frente. Es de anotar, también, el vacío de la investigación pedagógica en Ciencias, si se tiene en cuenta la gran importancia de estas disciplinas en la docencia de diferentes carreras y, en particular, en la formación de los docentes en ciencias para la secundaria y la universidad.

Este cuadro viene a validar afirmaciones anteriores sobre la insuficiencia actual, en cobertura y volumen, de la investigación universitaria en Ciencias Básicas, para sustentar un desarrollo amplio y de mayor nivel de los posgrados actuales y para proyectarse con efectividad en el desarrollo nacional. Viene a confirmar, una vez más, la necesidad de incrementar radicalmente su volumen, calidad científica y eficiencia de los procesos internos, a partir de su programación institucional. En este contexto y tomando como punto de partida la coordinación de los grupos investigativos universitarios que se destacan en las diferentes disciplinas, resulta fundamental el intentar la definición e impulso de programas nacionales de investigación en el área, que haga real la colaboración y concertación interinstitucional y que establezca metas a la investigación de las Ciencias Exactas y Naturales, en términos de una política nacional de desarrollo científico y tecnológico.



Estos programas serían elementos complementarios y, a la vez, de refuerzo de los procesos de programación institucional de la investigación en las diferentes universidades, y vendrían a darles una perspectiva nacional en ciertas disciplinas. A través de programas de esta naturaleza podría establecerse, igualmente, una colaboración más efectiva entre la universidad y los institutos de investigación externos a ella. Quizás deba agregarse que la cristalización de una estrategia de desarrollo científico de esta naturaleza, corresponde a institutos como ICFES y COLCIENCIAS y supone ciertos cambios de énfasis en sus políticas de apoyo financiero a las actividades científicas en la universidad.

Analizando desde una perspectiva más general la orientación y énfasis que debe tener la investigación en el área, es interesante observar que, en términos del tipo de investigación<sup>11</sup> "básica o fundamental", "aplicada" o "desarrollo experimental", la investigación en Ciencias Exactas y Naturales reproduce la misma tendencia que a nivel global presenta la investigación en la universidad (11)<sup>12</sup>. Es decir, contrariamente a lo que se suele suponer sobre el carácter exageradamente esotérico y teórico de la investigación en estas áreas, el mayor número de proyectos (63%) se clasifican como investigación aplicada, mientras que el 33% de los proyectos corresponden a investigación básica o fundamental, quedando sólo un 4% para desarrollo experimental. A nivel global de la investigación en la universidad, el 83% de los recursos financieros se dedican a la investigación aplicada y sólo el 5% a desarrollo experimental.

Este bajo esfuerzo institucional en desarrollo experimental, que se ex-

tiende también al sector público externo a la universidad, se ha identificado como una de las causas principales por la cual los resultados de la investigación en Colombia tienden a quedarse "almacenados" sin producir ningún efecto adicional (11). Esta afirmación es aplicable, sin duda, a la investigación que se realiza en los departamentos de Ciencias; tal situación plantea un problema que trasciende el ámbito de las Ciencias Exactas y Naturales, que nos remite de nuevo a los problemas institucionales sobre la organización de la investigación y sobre el papel de la universidad y de sus distintas facultades en un contexto investigativo nacional.

Finalmente, cabe observar que en nuestro medio no existe difusión propiamente dicha de la actividad investigativa. No se publican informes institucionales periódicos, resúmenes investigativos ni revistas científicas estables. Los investigadores mejor calificados tienden a publicar en revistas extranjeras sin que en el medio nacional haya difusión de los resultados de sus trabajos. El aspecto de difusión y divulgación constituye un problema importante que debe ser objeto de consideración para un programa de fomento de la actividad científica en el país.

## 5. La docencia general

La enseñanza de las Ciencias a nivel universitario presenta en los últimos veinte años, una evolución muy importante que, obviamente, está muy ligada a la creación y fortalecimiento de los departamentos y facultades de Ciencias en distintas universidades y al surgimiento de los programas universitarios y de posgrado en estas

áreas, en los cuales se están formando sus docentes universitarios. Se podría decir que este es un proceso dialéctico en el cual las carreras de Ciencias, en la mayoría de las áreas, se crean y fortalecen, en primera instancia, como respuesta a las demandas docentes que generan las nuevas políticas y desarrollos universitarios, que cristalizan hacia 1960; a su vez, en la medida en que tales programas se desarrollan, la docencia de estas disciplinas evoluciona y se transforma bajo la influencia de los docentes que se forman en dichos programas y que, paulatinamente, van copando todas las plazas profesoriales en el área, ocupadas inicialmente por otro tipo de profesionales.

Desde el punto de vista de los recursos disponibles para la enseñanza de las Ciencias a nivel universitario, puede constatarse que se ha venido dando un progreso global considerable; esta situación específica varía según la institución y sub-área consideradas, pero respecto de la calidad y eficacia académicas reales de dicha docencia, en el contexto de las diferentes carreras se plantean muchos interrogantes y existen apreciaciones encontradas al respecto. Encuestas formales (15) y entrevistas diversas tienden a señalar tres problemas que aunque de expresión diferente, están internamente relacionados y que, en el fondo, cuestionan los avances en la docencia universitaria de estas disciplinas. El primero se refiere a las formas de trabajo departamentos-carreras, o sea la manera cómo se planea, se realiza y se evalúa la docencia de las Ciencias en el contexto de las diferentes carreras y, en general, a la manera como se estudian y resuelven sus problemas pedagógicos. El segundo tiene que ver con la docencia en sí, con

los programas vigentes, la forma como se conduce y realiza la instrucción y el tipo de recursos disponibles. El tercero, y seguramente el más importante, es el relacionado con las características y nivel académico del profesorado de Ciencias. En lo que sigue se hacen algunas consideraciones sobre estos aspectos.

### 5.1. Departamentos y programas de formación

Los problemas relativos a la formas de trabajo departamentos-planes de estudio pueden interpretarse como una situación inherente al proceso de cambio del modelo universitario de facultades, dominante antes del 60, hacia una universidad por departamentos que aún no acaba de resolverse y consolidarse plenamente. En el modelo de facultades la universidad organiza sus recursos alrededor de las carreras. Una facultad es una unidad académico-administrativa que agrupa recursos físicos, humanos, financieros alrededor de una carrera profesional que le da su nombre y que es el eje de toda su actividad académica. Se definen así, por ejemplo, las facultades de medicina, derecho, ingeniería civil, arquitectura, ingeniería química, etc. En este modelo, la facultad es la unidad fundamental de estructuración académica de la universidad, siendo una copia fiel de su organización curricular, definida por un conjunto de carreras paralelas y rígidas.

Esta manera de estructurar la universidad y organizar su trabajo académico tiene sus ventajas. En la estructura por facultades se espera que los recursos se definan, desarrollen y funcionen en términos de esta problemática de las carreras y, por lo

tanto, todo el trabajo colectivo se integra e identifica alrededor de unos propósitos académicos comunes; en el producto de dicho trabajo se resume, finalmente, la calidad del profesional que se forma. Hay, pues, una clara ordenación de los recursos respecto de los propósitos y objetivos de las carreras.

Pero, a la vez, esta organización presenta limitaciones en su concepción, que tienden a convertirse en obstáculos serios para el desarrollo académico y científico de la universidad. El modelo de facultades, al organizar los recursos alrededor de las carreras, le da a la universidad un carácter eminentemente profesionalista que relega a un segundo plano sus restantes funciones. Así, por ejemplo, mientras que las disciplinas que definen el carácter profesional de las carreras pueden encontrar, con facilidad dentro de la facultad, estímulos para su desarrollo investigativo, no así las llamadas disciplinas básicas sobre las cuales se sustenta todo el edificio tecnológico y cultural contemporáneo, que tienden a ser consideradas como simples herramientas de las carreras, careciendo de estímulos y de una razón de ser para su cultivo independiente.

El modelo por departamentos cuestiona el esquema profesionalista de la universidad, enfatiza la necesidad de una mayor flexibilidad curricular y fundamentación científica de las carreras, al igual que la importancia de un cultivo autónomo de las ciencias. La estructura universitaria en este modelo cambia su referencia organizativa para entrar a reflejar la estructura del conocimiento científico-técnico, dejando de estar fundamentada por los programas de formación de profesionales, en los cuales no se

agota la misión de la universidad. En este sentido, el departamento es el reflejo, en la estructura universitaria, de la necesidad de un trabajo especializado por disciplinas, como condición necesaria para la producción científica que inevitablemente trasciende las necesidades inmediatas de la docencia en una carrera.

La organización por departamentos se apoya, también, en argumentos administrativos de lo académico. El crecimiento de las facultades y la fundamentación científica, cada vez más acentuada, de las materias técnicas, determinan la proliferación y demanda por los cursos llamados básicos que hacen recomendable, por razones administrativas y de racionalización de los procesos instruccionales, la centralización de los recursos por disciplinas e integración de los servicios para distintas facultades o carreras.

En términos de su estructura curricular, la organización por departamentos supone el paso de un conjunto de carreras rígidas, paralelas e in comunicadas, a una estructura curricular flexible, con planes de estudio, no necesariamente adscritos a los departamentos, que se conciben como programas de la universidad y realizados con el concurso de diferentes departamentos; presentan diferentes niveles de integración y coincidencia y se agrupan en grandes sectores curriculares que facilitan la movilidad del estudiante dándole libertad de acción para orientar su formación profesional.

En nuestro medio, sin embargo, el modelo por departamentos no ha alcanzado su pleno desarrollo. En términos administrativos los procesos de reestructuración universitaria que

se dieron en la década de los 60, prácticamente se localizaron en las universidades donde hoy se encuentran las carreras en Ciencias y en las cuales se crearon las divisiones de Ciencias (hoy facultades en un sentido moderno<sup>13</sup>). Estas facultades agrupan los departamentos de Ciencias Exactas y Naturales de dichas universidades y centralizan toda la docencia de sus disciplinas. Por fuera de este conjunto de universidades aparece un grupo bastante variado de estructuras universitarias en las cuales las unidades de Ciencias presentan status organizativos y niveles de desarrollo académico diversos. Se pueden observar, por ejemplo, algunos casos en los cuales las unidades de Ciencias han alcanzado el status de departamentos autónomos, se agrupan en divisiones o unidades más complejas, centralizan la docencia de sus disciplinas, no poseen carreras de Ciencias pero pueden tener programas de formación en Educación (Pedagógica Nacional, UPTC, Quindío, etc.). En un estadio previo de desarrollo institucional aparecen otras universidades en las cuales el desarrollo de las diferentes unidades de Ciencias es desigual y, aunque algunas de ellas hayan alcanzado el status de departamentos, centralizando la docencia de su disciplina, éstos se encuentran dispersos, dependientes de alguna autoridad central o ubicados en distintas facultades (Pereira, Cauca, etc.). Aparecen, por último, universidades en las cuales los profesores de Ciencias se encuentran ubicados en diferentes facultades, impartiendo docencia únicamente a las facultades que los alberga.

En términos estrictamente académicos el esquema de organización por departamentos tampoco ha alcan-

zando su pleno desarrollo ni ha logrado transformar plenamente las prácticas académicas. En general esta forma de organización no ha ido más allá de centralizar el manejo de los recursos por áreas del conocimiento, pero sin alcanzar la definición y desarrollo de verdaderos frentes de investigación y producción científica. Con la excepción de contados departamentos de Ciencias pertenecientes al núcleo ya mencionado de universidades que concentran las carreras y la investigación en el área, la inmensa mayoría de las unidades de Ciencias existentes en la universidad colombiana siguen siendo, en su funcionamiento y filosofía, "departamentos de servicio". Por su parte, los programas de formación han mantenido una estructura curricular rígida, que ha contribuido a mantener, en las prácticas académicas de la universidad, los mismos hábitos vigentes en la universidad clásica de facultades. La universidad sigue siendo, en síntesis, profesionalista.

En términos de la función docente propiamente dicha, el modelo por departamentos plantea el problema pedagógico de las relaciones departamentos-planes de estudio que se ha querido precisar en esta sección. "El problema tiene que ver con la tendencia al aislamiento académico, inherente a la estructura por departamentos, que desestimula el trabajo interdisciplinario. En lo docente, lo anterior significa que los departamentos, y en particular el profesor de Ciencias, como el de cualquier otro departamento, se aísla de la inteligencia global de los procesos curriculares mediante los cuales se forman los diferentes profesionales, pasando a cumplir un trabajo muy localizado. Ocurre con el profesor de un departamento, e institucionalmente con el mismo departa-

tamento, algo parecido a lo que sucede con el obrero en la línea de producción que, al especializarse en una tarea determinada, termina perdiendo identidad con el producto de su propio trabajo. De la misma manera, profesores y departamentos no se identifican, ni se sienten comprometidos con la formación final del ingeniero, del economista, etc., que han ayudado a formar, pero en quienes no se reconocen" (15). Se plantea así una ruptura pedagógica entre programas de formación y departamentos, a la cual no se le ha dado suficiente atención por parte de la mayoría de universidades y, en particular, de los departamentos de Ciencias.

El problema anterior empieza a constituirse en un obstáculo de importancia en el proceso mismo de consolidación de las unidades de Ciencias en diferentes universidades. En realidad, se ha podido evidenciar (15), que en las universidades oficiales existen discrepancias académicas, bastante generalizadas, entre los programas de formación y los departamentos de Ciencias sobre lo que debe ser la docencia de las Ciencias Básicas en el contexto de dichos programas de formación. En algunas universidades se advierte un ambiente tenso en las relaciones entre departamentos-carreras. Se evidencia, también con alguna frecuencia y aún entre las universidades más desarrolladas, deseos más o menos explícitos de un retorno al esquema administrativo de las facultades clásicas, en el cual cada carrera es autónoma para orientar la docencia en Ciencias y disponer de su propio profesorado. De hecho, en el marco de la reorganización académica propiciada por la reciente reforma universitaria han surgido, en universidades de desarrollo intermedio, tendencias a congelar

o a desarticular el desarrollo de unidades de Ciencias adscribiendo el profesorado de estas áreas a diferentes facultades.

Es importante mencionar que en los planteamientos de la reforma universitaria del 80, los problemas de la organización académica interna no tuvieron una identificación precisa, ni en sus documentos preliminares de diagnóstico, ni en la reglamentación final. Más aún, la derogación del decreto reglamentario 1072, relativo a este tema, para trasladar el problema a los Consejos Superiores de las universidades, parece indicar que el punto fue subestimado en sus alcances y dificultad y que careció de un análisis apropiado. Las referencias organizativas para la universidad en lo académico en el decreto 80 de 1980, aparecen en el título tercero, capítulo II "De la organización de las instituciones universitarias". En este capítulo se definen las principales instancias de dirección universitaria y sus funciones correspondientes, pero las referencias a la organización académica interna de la universidad son indirectas (referencias, por ejemplo, a las facultades al hablar de Consejo de Facultad) o menciones directas muy generales consignadas en el artículo 68: "Las dependencias del área académica se denominarán Facultades, Escuelas, Institutos, Departamentos, Centros", pero sin dar sus definiciones de estas unidades, ni comentar sobre sus interrelaciones y funciones académicas. El artículo 68 es reglamentado por el decreto 2723 de octubre de 1980 (sustituye al 1072 de mayo de 1980), el cual, después de definir áreas de conocimiento académico para la estructura universitaria (los cuales generan los grandes sectores curriculares de la universidad), da autonomía a los Con-



## REQUERIMIENTOS DE DOCENCIA EN LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES SEGUN DIFERENTES SECTORES CURRICULARES

SUB-AREA	Carreras que requieren docencia en Ciencias Exactas y Naturales según sectores curriculares				
	Ciencias E y N	Educación	Ingeniería	Salud	Sociales y Económicas
Matemática	<b>1 a 3 cursos</b> - Biología (4) - Microbiología (2) - B. Marina (1) - Geología (1)  <b>Más de 3 cursos</b> - Matemática (11) - Estadística (7) - Física (4) - Química (4)	<b>1 a 3 cursos</b> - Lic. Química (8) - Lic. Q. Biol. (8) - Lic. B. Químico (15) - Lic. Biología (9)  <b>Más de 3 cursos</b> - Lic. Matemática (15) - Lic. Mat-Fís. (26) - Lic. Mat.-Est. (1) - Lic. Fís-Mat. (5) - Lic. Física (9)	<b>Más de 3 cursos</b> - I. Eléctrica (13) - I. Electrónica (14) - I. Mecánica (4) - I. Civil (21) - I. Sistemas (9) - I. Química (10) - I. Sanitaria (2) - I. Geología (2) - I. Petróleos (3) - I. Industrial (19) - I. Agrícola (5) - I. Minas (1) - Agronomía (10)	<b>1 a 2 cursos (*)</b> - Bacteriología y Lab. Clínico - Enfermería - Medicina - Odontología - Fisioterapia	<b>1 a 2 cursos</b> - Sociología (22) - Psicología - Ciencias de la Comunicación (8) - Ad. Empresas  <b>Más de 3 cursos</b> - Economía (35) - Contaduría (34)
Física	<b>1 a 3 cursos</b> - Matemáticas (6) - Química (4) - Biología (4) - Biología marina - Geología  <b>Más de 3 cursos</b> - Física	<b>1 a 3 cursos</b> - Lic. Química - Lic. Q. Biol. - Lic. B. Química - Lic. Matemática  <b>Más de 3 cursos</b> - Lic. Física - Lic. Fís. Mat. - Lic. Mat.-Física	<b>1 a 3 cursos</b> - I. Química - I. Petróleos - I. Sanitaria - I. Geológica - I. Industrial - I. Agrícola - I. Civil  <b>Más de 3 cursos</b> - I. Eléctrica - I. Minas	<b>1 a 3 cursos (*)</b> - Medicina - Odontología	
Química	<b>1 a 3 cursos</b> - Biología - Geología - Biología marina - Microbiología (4) - Física  <b>Más de 3 cursos</b> - Química (6) - Farmacia (4)	<b>Más de 3 cursos</b> - Lic. Química - Lic. Q. Biología - Lic. B. Química	<b>1 a 3 cursos</b> - I. Agrícola - I. Industrial - I. Geológica - I. Minas  <b>Más de 3 cursos</b> - I. Química - I. Sanitaria - I. Petróleos	<b>1 a 3 cursos (*)</b> - Bacteriología y Lab. Clínico - Veterinaria y Zootecnia (12) - Medicina  <b>Más de 3 cursos</b> - Farmacia	
Biología y B. Médicas	<b>Más de 3 cursos</b> - Biología (13) - Biología marina (2) - Microbiología (4) - Bioquímica (1) - Fisiología (1) - Farmacología (1) - Morfología (1) - Genética (2)	<b>Más de 3 cursos</b> - Lic. Biología - Lic. B. Química - Lic. Q. Biología	<b>1 a 3 cursos</b> - I. Sanitaria  <b>Más de 3 cursos</b> - I. Agrícola	<b>Más de 3 cursos (*)</b> - Enfermería (15) - Odontología (8) - Medicina (18) - Bacteriología y Lab. Clínico (8) - Farmacia (4) - Fisioterapia (4) - Vete-Zoot. (12)	<b>1 a 3 cursos</b> - Sociología
C. de la T.	<b>1 a 3 cursos</b> - Biología (5)  <b>Más de 3 cursos</b> - Geología		<b>1 a 3 cursos</b> - I. Civil - I. Química - I. Agrícola - Agronomía  <b>Más de 3 cursos</b> - I. Petróleos - I. Geológica - I. Minas		

En los distintos sectores curriculares no se incluyen carreras intermedias. El Cuadro pretende dar una idea aproximada de la magnitud de la demanda docente con relación a las diferentes disciplinas de las Ciencias Exactas y Naturales. La identificación de programas, por sectores curriculares, no es exhaustiva.

Los subtítulos "1 a 3 cursos", "Más de 3 cursos", indican que los programas incluidos en ellos contienen en su estructuras curricular 1 a 3 cursos o más de 3 cursos de la disciplina que se indica horizontalmente en la primera columna de la izquierda.

\* En general la mayoría de las carreras del sector salud requieren de estas disciplinas pero es común que su docencia no esté a cargo de los departamentos respectivos de Ciencias Exactas y Naturales.

Los números entre paréntesis ( ) dan la cantidad aproximada de programas en la respectiva especialidad existentes en el País.



sejos Superiores para establecer las definiciones e interrelaciones de las dependencias académicas, aunque sometiendo sus proyectos, como parte de su estatuto orgánico, a la aprobación del gobierno. Es en el marco de este vacío conceptual universitario en el cual se han generado diferentes definiciones de los términos introducidos por el artículo 68 e interpretaciones de la legislación que introduce la reforma, algunas de ellas contrarias al espíritu de la universidad por departamentos. Algunas de estas interpretaciones, niegan la posibilidad de existencia de unidades académicas autónomas, por ejemplo, en el área de las Ciencias Exactas y Naturales, mientras no existan programas de formación en dichas áreas, con lo cual se revive el principio fundamental del esquema clásico de facultades según el cual las carreras constituyen los ejes organizativos de la universidad. Revive así un enfoque profesionalista de la universidad que afecta, a la larga, el desarrollo de las Ciencias Básicas en la universidad colombiana.

La problemática anterior plantea la necesidad urgente de profundizar en los problemas inherentes a la organización y prácticas académicas de la universidad, que ayude a superar la confusión organizativa reinante, confrontando las experiencias y problemas del modelo organizativo que se impuso en las universidades de mayor desarrollo relativo en el área, especialmente las del sector público, con las necesidades científicas y pedagógicas de las universidades de desarrollo intermedio, en cuyas unidades de Ciencias Básicas empiezan a evidenciarse aspiraciones de un mayor desarrollo científico.

La ampliación y consolidación del esquema por departamentos por lo

menos en lo relativo a las unidades de Ciencias Exactas y Naturales como base del edificio académico universitario, es uno de los problemas fundamentales en el desarrollo científico de la universidad a mediano y largo plazo. Esta ampliación y consolidación pasa, en particular, por la institucionalización de formas de trabajo departamentos-carreras, acordes con la estructura por departamentos; esto permite resolver los problemas planteados en su integración pedagógica, llevando a los departamentos de Ciencias a adquirir una visión más amplia del papel del conocimiento científico en el contexto de las diferentes carreras y a cumplir una función docente innovadora. Pasa, también, como ya se ha planteado anteriormente, por la definición y desarrollo de una actividad investigativa claramente enmarcada en la misión científica de la universidad. Su cobertura debe extenderse, en el contexto de una política de desarrollo investigativo, tal como se sugiere en la sección 4 sobre investigación y desarrollo, a un grupo adicional de unas 10 universidades de desarrollo intermedio en el área.

## 5.2. Aspectos académicos

### Contexto y papel institucional de la docencia en Ciencias Básicas

En el Cuadro N° 13 se presentan, en forma fundamentalmente cualitativa, los requerimientos docentes en Ciencias Exactas y Naturales según los sectores curriculares que se han ido configurando en la universidad. Los encabezamientos de las columnas dan la denominación de los sectores curriculares considerados y los nombres incluidos en ellos se refieren a programas de formación, que

forman parte de tales sectores. La ubicación de una carrera al frente de la sub-área de matemática, física u otra cualquiera de las Ciencias Básicas, indica que el programa considerado requiere docencia en tal disciplina. Las referencias a número de cursos ("1 a 3 cursos", "más de 3 cursos") se utilizan para dar una idea aproximada del total de asignaturas que en cada disciplina pueden requerir los diferentes programas de formación, y no indica el total de grupos estudiantiles que deben ser atendidos, lo cual depende de la matrícula estudiantil de cada programa. Los números entre paréntesis dan un estimativo del total de programas de formación, en la especialidad respectiva, existentes en el país. En el sector de Ciencias, puede aparecer el mismo título de programa, con números entre paréntesis diferentes según la casilla donde esté ubicado. Lo anterior se debe a que bajo el mismo título se han agrupado programas universitarios y de posgrado y éstos, usualmente, sólo requieren docencia en su propia disciplina.

La información del Cuadro N° 13 permite analizar la importancia de las Ciencias Exactas y Naturales en la estructura académica de la universidad y justificar la afirmación de que ellas constituyen la base de dicha estructura. Se puede comprender, también, la importancia e impacto que puede tener su desarrollo y mejoramiento académico a nivel universitario en el desarrollo y mejoramiento académico de toda la universidad. Esta realidad, como se ha dicho ya en la presentación del área, obedece a la presencia, cada vez mayor, de las Ciencias en todas las actividades sociales y, en especial, en los procesos productivos que las han llevado a constituirse en el fundamento teórico

de la gran mayoría de profesiones y a convertirse, por lo tanto, en un elemento clave de la formación académica de tales profesionales.

Analizada por disciplinas la docencia de las Ciencias Exactas y Naturales, matemática presenta la mayor demanda docente, seguida de química y física. La demanda de biología es menor que las anteriores, pero si se incluyen las C. B. Médicas su demanda se hace comparable con las anteriores, proviniendo tales necesidades de los programas de salud principalmente. Ciencias de la Tierra presenta la demanda docente más baja. Tomada globalmente sobre el conjunto de Ciencias Exactas y Naturales, la mayor demanda docente, en volumen, proviene de las facultades de ingeniería.

Tal como se desprende de algunos de los aspectos considerados en la sección 5.1., la docencia de los cursos de Ciencias se realiza en el contexto de diferentes esquemas organizativos universitarios, que desde la perspectiva de las Ciencias Exactas y Naturales presenta grados diferentes de desarrollo institucional y algunas variaciones de sub-área a sub-área. En el caso de las C. B. Médicas, sus cursos son enseñados directamente por unidades o departamentos de Ciencias Básicas Médicas (bioquímica, fisiología, genética —humana—, microbiología, etc.), que por regla general forman parte de las facultades de medicina. En cuanto a la enseñanza de Ciencias de la Tierra muy pocas universidades tienen departamentos especializados en esta disciplina y los existentes pueden estar ubicados en las facultades de Ciencias, como el caso de la Universidad Nacional, o en facultades de ingeniería. La organización de la docencia en

esta disciplina varía mucho de institución a institución y la tendencia más común para atender su escasa demanda docente es que cada programa que la requiere provea sus propios profesores. Por su parte las necesidades docentes de matemática, física, química y biología a nivel universitario, han constituido la base fundamental para la creación de los departamentos y facultades de ciencia en las diferentes universidades. Su enseñanza, por lo tanto, está a cargo de este tipo de unidades cuya ubicación y estructura dependen del grado de desarrollo alcanzado en la respectiva institución y cuyos estadios de evolución principales se mencionaron en la sección 5.1.

La enseñanza de las ciencias y sectores curriculares <sup>14</sup>.

Quizás el problema central de la enseñanza de las Ciencias a nivel universitario, desde un punto de vista curricular, se refiere a definir, y a desarrollar acorde con tal definición, la componente en Ciencias Básicas que deben tener las distintas profesiones. De hecho no se duda de la importancia de una componente en estas disciplinas para la mayoría de las carreras pero su contenido, enfoque y manera de enseñarla es la causa más común de discrepancias entre programas de formación y departamentos de Ciencias. Encuestas adelantadas entre directores de carreras (15), principalmente de ingeniería, en las universidades Industrial de Santander, Nacional de Bogotá, Antioquia, Nacional de Medellín y Valle, señalan un alto nivel de crítica respecto de la docencia de los departamentos de Ciencias y su adecuación a las necesidades y objetivos de las carreras. En este sentido la mayor

crítica se concentra en las sub-áreas de física y matemática.

Para los directores de carrera y, en general, para los sectores curriculares que representan, la enseñanza de las Ciencias, en su diseño y forma de realizarla, tiende a ignorar el contexto profesional de las carreras. Se piensa que la centralización de la docencia de las Ciencias Básicas en las facultades de Ciencias, ha servido para elevar el nivel académico formal de dicha docencia, pero ha sacrificado, en parte, su adecuación a las necesidades curriculares de las distintas carreras. En este problema se considera que juega un papel importante la formación académica de los egresados de las carreras de Ciencias y de los licenciados que enseñan en la universidad quienes, por regla general, desconocen las aplicaciones de su ciencia a las carreras que enseñan. En opinión de un alto porcentaje de los directivos de carreras entrevistados, la enseñanza en sus programas podría mejorar si estuviese a cargo de profesionales de la misma carrera.

Por su parte los departamentos de Ciencias, con pocas excepciones, tienden a ser refractarios o a minimizar estas críticas. Se suele argumentar que los principios científicos son los mismos en todos los contextos, que las aplicaciones son problema de las materias profesionales y que, en general, la tendencia de las carreras técnicas es la de buscar una enseñanza de las ciencias en forma mecánica y de recetas.

Problemas semejantes pueden ser identificados en casi todos los sectores curriculares y en la mayoría de universidades públicas. Muy conoci-

dos son los vaivenes que ha sufrido la enseñanza de las Ciencias en las carreras de Salud, sin que se pueda aceptar que la docencia en Ciencias Exactas y Naturales que recibe actualmente el médico en nuestro medio sea la más adecuada. Son igualmente conocidos los desajustes y problemas de la docencia de las Ciencias en las carreras de educación respecto de sus objetivos profesionales, que van asociados, como se ha mencionado, con la inexistencia de una investigación didáctica y pedagógica ligada a los problemas de la docencia de estas disciplinas en la educación media.

Como síntomas de esta misma problemática se pueden mencionar, además, las tendencias que se advierten en los distintos sectores curriculares, ingeniería, economía, educación, etc., a sustraer de los departamentos de Ciencias Básicas la enseñanza de los cursos de Ciencias aplicados a sus respectivas profesiones y a crear, en su interior, secciones o pequeños departamentos de Ciencias bajo diferentes denominaciones.

Se puede concluir, por lo tanto, que a pesar de que muchas de las críticas sobre la enseñanza de las Ciencias que se hacen en los distintos sectores curriculares pueden ser cuestionables, la verdad es que, en este contexto, la necesidad de desarrollar un mayor conocimiento institucional sobre el papel de las Ciencias Básicas en la formación y en el currículo de los diferentes profesionales, es un problema pedagógico objetivo de mucha importancia en el desarrollo y mejoramiento académico de la universidad y en el elevamiento de la cultura científico-técnica nacional. Por todo lo analizado, el problema tiene una ubicación clara en el

contexto de la problemática organizativa analizada en la sección anterior. La dificultad no es tanto la existencia de posturas pedagógicas antagónicas, que pueden considerarse el producto natural de prácticas y perspectivas académicas diferentes, sino la inexistencia de formas institucionales de trabajo que permitan, a través de una relación interdisciplinaria profundizar en el problema, aproximando y sintetizando diferentes posiciones. Su solución, por lo tanto, está íntimamente relacionada con la definición de nuevas formas de trabajo entre departamentos y programas de formación y con la transformación de las concepciones docentes de los departamentos de Ciencias.

#### Modelos de instrucción

Los problemas académicos de la enseñanza de las Ciencias a nivel universitario, no se agotan en el estudio de la componente científica de los diferentes programas de formación y en las relaciones de trabajo de los departamentos-carreras. De igual o mayor importancia es "la manera como se ejecuta y evalúa la instrucción, la manera como se ubican las funciones del profesor y los alumnos, en una palabra, el modelo instruccional que se utilice. El modelo de instrucción es fundamental en cuanto que define el método de trabajo en el curso, determina el nivel de trabajo del alumno y las actividades a través de las cuales se realiza el aprendizaje". "Íntimamente relacionado con los modelos de instrucción está el problema de los recursos físicos: audiovisuales, textos, bibliografía, salones, laboratorios, reactivos, etc., que imponen restricciones y limitaciones a los métodos de enseñanza" (15).

La importancia especial de los modelos de instrucción en la enseñanza de las Ciencias a nivel universitario, proviene del gran número de estudiantes que confluyen en sus cursos y que en sectores curriculares como ingeniería, Ciencias y, en gran medida, Educación y Economía, definen, en el proceso de formación del estudiante, la zona de transición entre la secundaria y sus cursos profesionales.

Con contadas excepciones, los departamentos de Ciencias no le han otorgado importancia al aspecto de los modelos de instrucción, que además de afectar el aprendizaje del alumno, puede incidir en su propio desarrollo. Tal como se afirma en (14) "la evolución de la enseñanza en las universidades, se ve que no ha cambiado mucho, que hoy día se usan los mismos métodos tradicionales de las décadas pasadas, y se encuentra que muchas innovaciones han encontrado resistencia entre los educadores". "La mayor parte de la enseñanza universitaria se realiza por medio de la conferencia, en la cual el maestro habla y los alumnos escuchan". Se puede afirmar, por lo tanto, que nuestros modelos instruccionales, en los primeros años, no están resolviendo satisfactoriamente los problemas de formación que el estudiante trae del bachillerato, ni su bajo nivel de trabajo, y que tienden a mantener y estimular una actitud pasiva del alumno en el proceso de aprendizaje. Especialmente en los cursos generales, el proceso de enseñanza-aprendizaje es afectado por la falta de suficientes materiales de estudio, adecuados y accesibles al estudiante<sup>15</sup>. Una deficiencia similar se advierte en los equipos disponibles para la enseñanza de los cursos generales que, aún en las universidades de mayor desa-

rollo relativo, tiende a reflejarse en una relación de alumnos por equipo muy alta en los grupos de trabajo. Se advierte, también, la falta de una concepción y ubicación clara de los laboratorios y su papel en el aprendizaje de la ciencia y asimilación del método científico (14).

Relacionados con estos problemas de eficacia docente se evidencian, también, problemas en el uso eficiente del profesorado como consecuencia de un modelo o tipo de instrucción que tiende, con frecuencia, a incrementar las horas de clase directa como respuesta a la ausencia de materiales y medios docentes adecuados; se basa la comunicación pedagógica profesor-alumno, exclusivamente en el discurso profesoral, que se realiza mediante la multiplicación de grupos paralelos de 30 a 60 estudiantes, a medida que la población estudiantil crece. La falta de modelos instruccionales más eficaces, en términos del aprendizaje del alumno y más eficientes en el aprovechamiento y proyección pedagógica del profesor, tiende a convertirse en un limitante al desarrollo científico de los departamentos. Es un limitante para el profesor que termina interiorizando el rol de "dictador de clases" sin creatividad pedagógica. Es un limitante para los departamentos que tienden a consumir sus escasos recursos en la docencia general.

### 5.3. El profesorado

En el Cuadro N° 14 se presentan datos globales sobre dedicación a la institución y niveles de formación del profesorado del área. Se presentan estadísticas recolectadas por el Icfes en los años 70, 75, 79, 80 y datos agregados obtenidos simultáneamente con los presentados en los Cua-



dros 6 y 7. Adicionalmente a las observaciones que aparecen al pie del cuadro se hace necesario agregar los siguientes comentarios. En general, los datos del Icfes tienden a ser incompletos o a presentar algunos vacíos debidos a problemas de recolección o a la utilización de criterios en su clasificación, diferentes a los utilizados en este trabajo.

En primer lugar las cifras del Icfes no incluyen al profesorado de Básicas Médicas. Este profesorado aparece contabilizado entre los profesores de Ciencias de la Salud a pesar de que sus programas de formación avanzada son incluidos en el área de las Ciencias Exactas y Naturales. De manera análoga, el profesorado de Ciencias Básicas adscrito a las facultades de Educación es considerado como "profesorado de Educación". Se puede concluir, por lo tanto, que el profesorado del área, entendido como el profesorado adscrito a las unidades académicas que adelantan actividades científicas en las disciplinas de las Ciencias Exactas y Naturales, tal como se clasifican en el Cuadro N° 1, es mayor que el reportado por las estadísticas del Icfes.

El mismo planteamiento anterior es válido respecto al número de profesores con formación de posgrado, puesto que usualmente la Universidad Nacional, que concentra el mayor número, no reporta al Icfes la clasificación de su profesorado por niveles de formación académica, presentándolos simplemente como "profesionales". En 1980 no lo hicieron, tampoco, las universidades de Antioquia y Javeriana, lo que explica el bajísimo número de profesores con formación de posgrado reportado por las estadísticas preliminares del Icfes en 1980<sup>16</sup>. Estos vacíos en la informa-

ción rebajan también las cifras sobre licenciados incrementando la magnitud de los números de la columna "profesionales", a la cual se cargan estos datos globales indiscriminados.

Debe advertirse, también, que al calcular el número de profesores con título avanzado, sumando indiscriminadamente profesores de tiempo completo, medio tiempo y hora cátedra, se pueden estar cometiendo errores por exceso. Sin embargo, cuando se calculan los porcentajes respectivos con relación a la población profesoral total, calculada de la misma manera, los porcentajes tienden a ser menores que los calculados basándose en el concepto "equivalente de tiempo completo", tal como se hizo en el Cuadro N° 7, debido al alto número de profesores hora cátedra sin título avanzado o sin clasificación conocida. Se debe observar, finalmente, que los datos del Cuadro N° 14 para 1981 corresponden a las 16 universidades reportadas en los Cuadros Nos. 6 y 7 y, por lo tanto, constituyen un universo menor que el cubierto por las estadísticas del Icfes.

Los siguientes hechos y/o supuestos complementarios ayudan en el análisis del Cuadro N° 14. En los últimos años la población profesoral en Ciencias Básicas ha crecido muy poco y, por lo tanto, el total de profesores en 1981 puede considerarse casi igual al de 1980, lo mismo que su distribución según niveles de dedicación institucional. De otro lado, puesto que la gran mayoría del profesorado con título de posgrado se encuentra en las 16 universidades de los Cuadros Nos. 6 y 7, y éstas se incluyen en las estadísticas del Icfes de 1980, es de esperar que el número actual de profesores con título de posgrado sea aproximadamente igual



## DOCENTES EN CIENCIAS BASICAS SEGUN DEDICACION Y NIVELES DE EDUCACION 1970- 1980(1)

AÑOS	TOTAL	DEDICACION			NIVELES DE FORMACION						
		TC	TP	HC	Dr	Ma	Esp.	Prof. Ci	Prof. Af.	LIC	Otros
1981*	1903	1396	47	460	162	421	67	437	219	256	341

FUENTE: Las mismas de los Cuadros 6 y 7

	TOTAL	TC	TP	HC	Dr	Ma	Profesionales	LIC	Técnico o experto
		1980**	2591	1576	165	850	81 (166)	358 (544)	1567
1979	2472	1560	150	762	103	339	1478	488	64
1975	2050	1294	88	668	71	276	1219	440	44
1970	998	656	43	299	35	135	593	214	21

FUENTE: ICFES. Estadísticas de la Educación Superior 1970-1975-1979-1980\*\*\*

Esp: especializado (incluye profesores con algún entrenamiento a nivel de posgrado, sin título, o con entrenamientos especiales, candidato a grado de Ma o Dr y unos pocos diplomados). Prof. Ci: Profesional egresado de una carrera de Ciencias. Prof. Af.: Profesional egresado de una carrera afín (ingeniería, medicina, etc.). Lic.: Licenciados. Otros: sin nivel académico identificado.

\* Los datos de esta fila se refieren al conjunto de universidades reportadas en los Cuadros 6 y 7. En este caso, los datos sobre niveles de formación no están expresados en equivalentes de tiempo completo y se obtienen de sumar indiscriminadamente profesores de TC, TP y HC, para tener la misma base de comparación con las estadísticas del ICFES.

\*\* La recolección de estadísticas sobre el profesorado de Ciencias Básicas en el ICFES presenta algunos criterios diferentes a los utilizados en este trabajo que se explican en el texto. Adicionalmente, algunas universidades no discriminan niveles de formación como la Universidad Nacional. En 1980 la Universidad de Antioquia tampoco discrimina dichos niveles.

Los números entre paréntesis en la columna de Dr y Ma en 1980 se obtienen de sumar a los datos del ICFES los números globales de profesores con doctorado y maestría identificados en la Universidad de Antioquia, la Universidad Nacional y la Universidad Javeriana en 1981.

\*\*\* La publicación oficial de 1980 estaba en preparación en el período de elaboración de este trabajo. Los datos se obtuvieron de las estadísticas de base de que dispone la sección de estadística del ICFES

(1) No se incluyen C. B. Médicas.

al que se obtiene de sumar a los datos reportados por el Icfes en 1980 en estos niveles de formación, las cifras correspondientes a 1981 para las universidades de Antioquia, Nacional de Bogotá y Javeriana que, como se dijo, no están incluidas en dichas estadísticas. En el caso del profesorado con doctorado, el cual se sabe que se concentra en las 16 universidades del Cuadro N° 7, el método de cálculo propuesto arroja un error absoluto por exceso de unos 4 profesores, lo que representa en realidad un error muy bajo que hace seguro estimar el número y porcentaje global de profesores con maestría por este procedimiento. Debe aclararse, finalmente, que en el análisis que sigue se excluyen las C. Básicas Médicas pues sus datos no se reportan en el Cuadro N° 14 y que respecto de las Ciencias de la Tierra, concentradas en la Universidad Nacional sede de Bogotá y Medellín, el análisis no tiene realmente mayor significado.

La comparación del Cuadro N° 14 con los Cuadros Nos. 6 y 7 permite clasificar al profesorado del área en tres grandes grupos, el tercero de los cuales estaría constituido por el profesorado de universidades externas a los dos grupos que se reportan en los Cuadros Nos. 6 y 7. Considerando en su totalidad (2.742 profesores aproximadamente), cerca del 27.4% del profesorado del área posee título de posgrado (doctorado 6.4%, maestría 21%). Para el sector más desarrollado de 7 universidades (unos 1.325 profesores) en el cual se encuentra la casi totalidad de las carreras de Ciencias, este porcentaje representa el 33.1% (doctorado 11.5%, maestría 21.6%)<sup>17</sup>. Para el segundo sector, constituido por las 9 universidades restantes de los Cuadros Nos. 6 y 7 (unos 578 profesores), el pro-

fesorado con título de posgrado constituye aproximadamente el 24.9% (doctorado 1.6%, maestría 23.3%).

Las estadísticas conjuntas presentadas para estos dos primeros grupos de universidades correspondientes a 1981, permiten observar la presencia destacada de los egresados de las carreras de Ciencias entre su profesorado, representada en unos 437 profesores (23% de su profesorado) y la presencia cada vez menos importante de los licenciados y profesionales de carreras afines. Es importante observar, adicionalmente, que en este grupo de universidades se identificó también un número relativamente alto de profesores (81, 4.3%) en la categoría "especializado", constituido por personas que han tenido algún tipo de entrenamiento a nivel de posgrado pero que generalmente no tienen título. En esta clasificación, posiblemente la mayoría, se incluyen candidatos a grado de doctor y maestría. La presencia de este profesorado en evolución, más frecuente en las universidades que ofrecen posgrado, va a tener una incidencia importante en el incremento de profesores con título de posgrado en estas universidades en los próximos años acentuando aún más, su diferenciación cualitativa del resto de universidades<sup>18</sup>.

En cuanto al tercer sector de universidades (aproximadamente 688 profesores), el profesorado con entrenamiento de posgrado apenas representa el 17.4% conformado por 121 profesores con maestría. Si para estimar la población total de licenciado en la enseñanza universitaria de Ciencias se utiliza el mismo procedimiento seguido para estimar el número de profesores con maestría, se obtendría un total de 568 de los cua-

les 312 pertenecerían a este tercer grupo de universidades. Este número es necesariamente menor que el real pues, como se dijo, los profesores de Ciencias adscritos a las facultades de educación en las cuales predomina la formación de licenciado, no son incluidos por el Icfes en las estadísticas del área. Sin embargo, con este sólo estimativo se puede ver que el nivel de licenciado constituye el nivel de formación dominante entre el profesorado de estas universidades con un porcentaje no menor del 45.3%.

Es importante observar también, en lo relativo a "dedicación a la institución", que aunque la modalidad de tiempo completo es la característica dominante para toda el área, representando un 60.8% en el conjunto profesoral, con apenas un 32.8% de profesorado de cátedra, el Cuadro N° 14 señala una diferencia cualitativa adicional muy importante entre los dos primeros grupos de universidades y el tercero. Mientras en las dos primeras el profesorado de tiempo completo representa el 73.4% del total profesoral y apenas el 24.2% del profesorado de hora cátedra, en el tercero la situación es bien contraria representando el profesorado de hora cátedra el 56.7% y el de tiempo completo apenas el 26.2%. Aunque este resultado es cuestionable por la falta de datos de las facultades de educación, la cifra señala de todas maneras una etapa de desarrollo institucional muy incipiente en estas universidades en lo que a Ciencias Exactas y Naturales se refiere.

Las cifras presentadas permiten obtener las siguientes conclusiones sobre la formación académica del profesorado del área. A pesar de las diferencias que se observan entre los tres grupos de universidades identi-

ficado en el análisis del Cuadro N° 14 y que, en particular, en el tercero de ellos el nivel académico del profesorado es muy bajo, es necesario admitir que en los últimos años, y en términos globales, se ha avanzado en el mejoramiento académico formal del profesorado del área, y que este mejoramiento cualitativo presenta puntos de acumulación importantes entre las universidades con carreras en Ciencias. Las universidades del primer grupo disponen de un número creciente de profesores con título de doctorado, mientras que la formación a nivel de maestría se ha difundido bastante, llegando a tener, en el segundo grupo de universidades, una concentración mayor que en el primero. Aunque hacen falta datos más discriminados sobre el profesorado de las universidades del tercer grupo en el cual los licenciados constituyen el conjunto de profesores mayor, se puede observar, que, en general, los egresados de los programas de Ciencias empiezan a jugar el papel dominante en la enseñanza de las Ciencias a nivel universitario y que el papel coyuntural que desempeñan los licenciados y profesionales de carreras afines a las Ciencias empieza a declinar. Esta tendencia, que obedece a realidades objetivas en la evolución de la universidad colombiana en los últimos años se refleja, en el caso de las Ciencias Exactas y Naturales, en el escaso crecimiento de sus plazas profesoriales y en la aparición de políticas de vinculación profesoral más exigentes que están llevando a las universidades, especialmente del primer grupo, a exigir una formación de posgrado como requisito de contratación.

El análisis de la situación global del profesorado y la situación general de las Ciencias Exactas y Naturales en

la universidad, muestra que una política general de mejoramiento profesoral en el área debe integrarse con base en las necesidades de los posgrados y carreras de Ciencias, los requerimientos de un desarrollo investigativo amplio y las necesidades de la docencia en general. Aunque integradas, las tres políticas no deben considerarse equivalentes. Es decir, dicha política debe tener en cuenta los problemas concretos que plantea el desarrollo de las Ciencias Exactas y Naturales en los distintos grupos de universidades, según su estadio de desarrollo institucional. Esta política no se agota, sin duda, en la proyección de los posgrados nacionales al resto del sector universitario y debe combinar diversas estrategias de capacitación, incluyendo algunas de corto plazo. La "proyección de los posgrados nacionales" debe constituir, sin embargo, su elemento central.

En este sentido debe precisarse, en primer lugar, que el acceso al posgrado para los profesores en ejercicio está limitado por factores académicos y financieros. Es decir que, en general, el profesorado no tiene el nivel académico adecuado ni la financiación para ingresar al posgrado. Esta situación plantea, de un lado, la necesidad de proyectar los programas de posgrado al profesorado en ejercicio a través de cursos de nivelación y preparación y, de otro, la necesidad de establecer políticas de capacitación profesoral mediante becas, comisiones de estudio, etc., que permitan a profesores en ejercicio adelantar estudios de posgrado sin mayores dificultades.

Debe precisarse también, en segundo lugar, que aún existiendo una política de proyecciones de los pos-

grados hacia el profesorado en ejercicio, sólo una fracción relativamente pequeña tiene el interés real y las posibilidades académicas de cursar con éxito un posgrado exigente en Ciencias Exactas y Naturales. Resultaría, por lo tanto, equivocada una política de mejoramiento académico profesoral orientada exclusivamente a facilitar, en forma indiscriminada, el acceso de profesores universitarios a los programas de posgrado, sin ofrecer otras salidas alternas más acordes con su situación y motivaciones académicas reales.

Se debe observar, finalmente, que las necesidades de mejoramiento académico del profesorado del área, aunque enfatizan el problema de nivel de formación, se refieren también a las características y orientación académica de dicha formación, en términos de los requerimientos de la docencia en las diferentes carreras.

## **6. Publicaciones científicas nacionales**

### **6.1. Introducción**

Las publicaciones constituyen, por sí mismas, un indicador del desarrollo científico de una comunidad académica y, en esta medida, su fomento está limitado, en última instancia, por la capacidad académica de dicha comunidad.

Miradas desde la perspectiva de un sistema científico-tecnológico las publicaciones cumplen un papel específico en la docencia, en la divulgación y difusión del conocimiento científico y así, la existencia de una producción amplia de publicaciones, tanto ocasionales como periódicas, no son sólo un síntoma sino un elemento de desarrollo científico.

Cuadro No. 15

## UTILIZACION DE TEXTOS EN LOS CURSOS DE CIENCIAS BASICAS

SUB-AREA	Total de cursos investigados	Cursos con texto básico		No. textos escritos en el país
		No.	%	
Biología	22	10	45.5	2
Física	54	38	70.4	13
Matemática	183	109	59.6	48
Química	62	33	53.2	2
Totales	321	190	59.2	65

Las sub-áreas incluyen cursos de acuerdo con la clasificación del Cuadro No. 1 relativas a la docencia tanto en programas de formación en Ciencias como en otros programas de formación tales como Ingeniería, Economía, Medicina, etc.

FUENTE: Palacio Anibal: Utilización de textos a nivel nacional (Anexo 14).

Desde una perspectiva individual, del docente o del investigador, la publicación es un medio para proyectar y capitalizar su trabajo pedagógico o investigativo.

A pesar de que en los últimos veinte años se ha venido generando una mediana capacidad científica en la universidad colombiana, ésta no se ha reflejado todavía en un incremento notable de publicaciones científicas. En lo docente, por ejemplo, la enseñanza de las ciencias sigue dependiendo, casi exclusivamente, del texto extranjero que es escaso, caro y que obviamente no se ajusta plenamente a las necesidades y características de nuestros programas. En lo investigativo no existen informes institucionales de carácter periódico, revistas científicas estables, monografías, etc.

En estos términos, una política de fomento de las publicaciones científicas es apenas un complemento obligado de una política de desarrollo de la investigación más amplia, mediante la cual se busca crear las condiciones de expresión de las actividades científicas que se quieren fomentar para lograr su amplia difusión y aprovechamiento, en términos de su propio desarrollo.

Dos problemas se quieren analizar: la producción de textos nacionales y la difusión de la investigación nacional a través de publicaciones periódicas.

## 6.2. La situación actual

### Textos

Según datos de 1980 (16), se ha estimado que sólo el 42.4% de los cursos universitarios utilizan un tex-

to básico y que en estos cursos sólo un 35% de los estudiantes adquieren el texto recomendado. Las notas personales de clase aparecieron como principal complemento de estudio para la mayoría de los estudiantes (68%).

Esta característica general de la enseñanza universitaria se mantiene válida al nivel más específico de las Ciencias Exactas y Naturales aunque es de esperar, de acuerdo con el Cuadro N° 15, que los porcentajes anteriores sean un poco más altos.

El bajo uso y disponibilidad de textos y materiales adecuados de estudio afecta notablemente la eficiencia del proceso de instrucción en la enseñanza de las Ciencias Básicas. Es evidente que este proceso, por ejemplo, es mucho más lento en nuestro medio que en países avanzados. Se podría estimar esta diferencia diciendo que un curso semestral que en dichos países puede realizarse con tres horas semanales, es difícil de realizar en nuestro medio con una intensidad de cinco horas semanales.

Sin duda alguna, este bajo rendimiento está condicionado por nuestro menor desarrollo educativo que influye en el nivel de formación del estudiante, y por la misma inestabilidad universitaria que afecta el ritmo de trabajo; pero en él está influyendo también la falta de textos y la ausencia de abundante bibliografía accesible a los estudiantes.

La ausencia de textos, que permitan una adecuada planificación del proceso de instrucción, hace que el estudiante dependa casi exclusivamente de lo que se expresa en clase y más concretamente en el "tablero". El proceso de enseñanza no sólo es lento



sino que tiende a consolidar la actitud pasiva del estudiante, tan funesta en todo nuestro proceso educativo.

Quizás esta situación afecta de manera particular la docencia de las unidades de Ciencias que se concentra, principalmente, en los primeros años de las diferentes carreras y que están ubicadas en la zona de transición del estudiante entre el bachillerato y sus cursos profesionales propiamente dichos. En lo que respecta a la docencia más especializada de las Ciencias en los últimos años de las carreras y posgrado, lo pequeño de los grupos tiende a hacer menos dramática la escasa disponibilidad de textos y su alto costo, aunque en este caso los vacíos bibliográficos son de otra naturaleza.

En los Cuadros Nos. 16 y 17 se reorganizan algunos datos sobre las razones que tienen los profesores para escoger un libro como texto de un curso y sobre las razones estudiantiles para explicar la baja adquisición de los mismos (16). En las encuestas realizadas a profesores y estudiantes se presentaba un conjunto de posibles "razones" entre las cuales los entrevistados debían seleccionar tres en orden de prioridad. Los porcentajes que aparecen en las columnas tituladas "1ª, 2ª y 3ª prioridad", indican la proporción de entrevistados que escogieron la "razón" correspondiente, expresada en la primera columna, con la prioridad que indica la columna respectiva. Cuantificando "1ª prioridad" como 1, "2ª prioridad" como 1/2 y "3ª prioridad" como 1/3, se puede establecer un indicador, que en una escala de 0 a 100, cuantifique el peso de una "razón" particular, como una de las tres razones más importantes en la decisión considerada.

Este indicador está definido por la expresión.  $1 \times (\text{porcentaje } 1^{\text{a}} \text{ prioridad}) + 1/2 \times (\text{porcentaje } 2^{\text{a}} \text{ prioridad}) + 1/3 \times (\text{porcentaje } 3^{\text{a}} \text{ prioridad})$ , y aparece registrado en la última columna bajo el título de "importancia global".

El análisis del Cuadro N° 16 permite plantear que "adaptación al programa", "innovación científica" y "adaptación a Colombia" son, en dicho orden, las tres razones más importantes en la decisión al escoger un libro como texto por parte de los profesores; "adaptación al programa", por el alto porcentaje de profesores que la identifica como "1ª prioridad", es notoriamente la más influyente. Se desprende también de este Cuadro que los aspectos de "costo" y "facilidad de compra" son para los profesores, en general, aspectos complementarios en su decisión de escoger un texto (un mayor número de profesores las selecciona como "3ª prioridad") pero no son razones suficientes, asignándoles una baja importancia global (cuarto y quinto puestos respectivamente).

Por su parte los estudiantes, tal como se puede observar en el Cuadro N° 17, proceden de manera contraria a los profesores. Aunque identifican "muy costoso", "incompleto" y "nivel diferente" como las tres razones que más influyen en su decisión de no adquirir un texto, es notorio que ella tiende a sustentarse de manera preponderante en el aspecto de costo.

Si las razones anteriores se comparan con el bajo porcentaje de cursos con texto y con el porcentaje, más bajo aún, de estudiantes que en estos cursos adquieren textos, se puede afirmar que los textos disponibles en el mercado tienden a no adap-

tarse plenamente a los programas de los cursos de Ciencias Exactas y Naturales, que no es fácil adquirirlos y que son costosos para el estudiante medio.

Las consideraciones anteriores permiten concluir que una política que aspire a resolver radicalmente el problema de textos en la docencia de las Ciencias Exactas y Naturales a nivel universitario, tendrá que combinar simultáneamente, el fomento de la producción de textos y materiales escritos, con base en el trabajo pedagógico del profesorado colombiano, buscando una mayor coherencia entre textos y materiales disponibles con los programas docentes vigentes, con la búsqueda de mecanismos de edición y distribución que haga más fácil la consecución y menos caros los textos y materiales, extranjeros y nacionales, de importancia para la enseñanza de las ciencias en la universidad.

Las conclusiones anteriores llevan naturalmente a indagar sobre la producción de textos nacionales. Puede afirmarse que a nivel universitario y en el área de las Ciencias Exactas y Naturales, los textos de profesores nacionales casi no existen. Se pueden identificar algunos textos en las áreas de matemática, química y física (Cuadro N° 15) pero en general son escasos y, con contadas excepciones, su uso tiende a restringirse a las universidades a las cuales pertenecen los autores. En este panorama un tanto desolador cabe mencionar la labor editorial que ha venido cumpliendo la Sociedad Colombiana de Matemática, como soporte de la realización de los coloquios colombianos de matemática; desafortunadamente los materiales utilizados en ellos no han trascendido su utilización en dichos eventos.

Debe señalarse como un detalle de interés que con mucha frecuencia se observan "conferencias de clase" en mimeógrafo u offset en las cuales se recogen los contenidos de la clase del profesor. La proliferación de estas notas puede constituir una forma natural de responder a la escasez de textos adecuados, en lo académico y financiero, a nuestra situación, sin que en ella se refleje un trabajo creativo por parte del profesorado; pero, en principio, en esta modalidad de trabajo pueden reposar los inicios de una proyección más amplia, por parte del profesorado del área en el desarrollo de textos.

La ausencia de textos nacionales tiene que ver, sin duda, con el nivel académico del profesorado del área. La correlación escritura de textos-entrenamiento de posgrado, como en el caso de la investigación, es bastante estrecha y ya se ha destacado el bajo porcentaje de profesores con entrenamiento de posgrado. Existen, sin embargo, otros problemas que inciden sobre el profesorado con capacidad y vocación para escribir textos y que impiden su proyección en este tipo de trabajo. Estos problemas aparecen con claridad en los conceptos expresados por los jefes de departamento y decanos sobre los factores que influyen en la motivación profesoral para escribir textos y que se resumen en el Cuadro N° 18.

El Cuadro N° 18 señala que en opinión de jefes de departamento y decanos, "mejor escalafón", "descarga académica" y "regalías" constituyen, en dicho orden, los tres factores principales que influyen en la motivación de los profesores para la escritura de textos; sin embargo, son los aspectos académicos los que tienen las prioridades más altas.

## RAZONES DE LOS PROFESORES PARA ESCOGER UN TEXTO

Razón de la selección	% de profesores que escogen la "razón" correspondiente con la prioridad indicada por la columna			Importancia global
	1a. prioridad	2a. prioridad	3a. prioridad	
Adaptación al programa	44.1	28.1	9.8	61.4
Innovación científica	39.0	6.9	5.4	44.4
Adaptación a Colombia	8.4	33.9	20.5	32.2
Bajo costo	1.5	5.6	35.0	15.9
Facilidad de compra	1.1	13.7	23.7	14.7
Otras	5.9	11.4	5.6	13.5
Total	100	99.6	100	

Cuadro No. 17

## RAZONES DE LOS ESTUDIANTES PARA NO ADQUIRIR UN TEXTO

Razones de la adquisición	% de estudiantes que escogen la "razón" correspondiente con la prioridad indicada por la columna			Importancia global
	1a. prioridad	2a. prioridad	3a. prioridad	
Muy costoso	54.3	27.5	2.9	69
Incompleto	7.4	12.7	19.1	20.1
Nivel diferente	3.1	14.7	16.2	15.9
Poco concreto	12.8	4.9	1.5	15.8
No adaptación al medio	1.2	10.8	25.0	14.9
No es didáctico	7.4	3.9	11.8	13.3
Diferente enfoque	2.5	12.7	7.4	11.3
Confuso	6.2	2.9	7.4	10.1
Otros	5.6	9.9	8.7	13.5
Total	100.5	100	100	

Cuadro No. 18

## MOTIVACIONES PARA ESCRIBIR TEXTOS

Factores	% de entrevistados que seleccionan el factor correspondiente con la prioridad indicada en la columna			Importancia global
	1a. prioridad	2a. prioridad	3a. prioridad	
Mejor escalafón	26.5	20.4	14.3	41.6
Descarga académica	23.1	17.5	10.5	35.4
Regalías	13.6	23.4	22.9	32.9
Bonificaciones directas	11.6	13.9	22.9	26.2
Mejoramiento académico	18.4	—	8.6	21.3
Participación concursos	—	14.6	19.0	13.6
Otros	6.8	10.2	1.8	
Total	100	100	100	

Mirando en sentido opuesto, si los factores señalados definen los principales estímulos a los profesores para escribir libros y si en las universidades existe una mediana capacidad académica para impulsar este tipo de trabajo, la falta de tales libros en el panorama universitario indica, por lo menos, que no existen suficientes estímulos académicos, ni económicos para la escritura de textos, a lo cual se puede agregar que no existen fuentes accesibles de financiación para cubrir los gastos que su desarrollo requiere. En una palabra, no existen en nuestras universidades, ni un ambiente académico, ni condiciones propicias que contribuyan a fomentar la escritura de textos<sup>19</sup>. Esta situación, que se podría denominar "condiciones de trabajo", constituye el primer obstáculo importante que debe tratar de resolver a mediano y largo plazo, una política de fomento para la producción de textos nacionales.

### Condiciones de trabajo

Una propuesta en esta dirección sería la de mirar la elaboración de textos como una actividad de "investigación y desarrollo", que en realidad es, y someterla al mismo tratamiento que dichas actividades, especialmente las estrictamente investigativas, empiezan a tener en algunas universidades. Ello supondría:

— Que la elaboración de textos, como cualquier otra actividad de investigación y desarrollo, se debe organizar con base en proyectos explícitos en los cuales se identifique y justifique el problema pedagógico o docente que se quiere resolver, la metodología que se ha de utilizar para intentar su solución y la forma como se aspira a validar los materiales desarrollados.

— Que dichos proyectos deben seguir en el seno de las universidades el mismo proceso de aprobación que sigue un proyecto de investigación. En este caso los requisitos de aprobación deberán incluir experiencia docente y entrenamiento avanzado o especialización reconocida en el área en la que se quiere escribir el libro y, posiblemente, experimentación preliminar de las ideas y enfoques pedagógicos que se quieren desarrollar in extenso en el libro propuesto. Se daría prioridad y se estimularían los proyectos de libros elaborados por conjuntos de profesores pertenecientes a distintas universidades.

— Con base en los proyectos aprobados, las universidades involucradas deben conceder el tiempo de trabajo solicitado por el mismo proyecto y buscar la forma de financiar sus actividades tal como ocurre con los proyectos de investigación.

— ICFES, al igual que COLCIENCIAS, debería incluir entre sus políticas la financiación de este tipo de proyectos.

— La publicación propiamente dicha del libro y la forma de financiarla, quedaría sujeta a la presentación y evaluación final de los manuscritos y a la naturaleza misma del tema.

— Los resultados de esta actividad serán considerados como producción intelectual equivalente a los obtenidos en actividades de investigación para efectos de ascenso en el escalafón.

— Se establecerán también, con claridad, los derechos de autor.

El enfoque anterior supone que la "publicación" propiamente dicha de

un texto es la parte culminante de todo un proceso y que aquélla, una vez se disponga de los manuscritos, no es un problema difícil de resolver. El cuello de botella está en la "gestación" de la misma; por lo mismo una política de fomento en este sentido debe tratar de crear condiciones para que se gesten buenos libros.

Desde este mismo punto de vista, la "gestación del texto" es una actividad de desarrollo curricular que, como la investigación, requiere de un subsidio financiero y no puede ser considerado siempre como una actividad que debe tener un retorno económico explícito e inmediato.

A partir de las dos observaciones últimas se puede explicar el fracaso de algunos fondos rotatorios creados con el fin de fomentar la producción de textos centrándose exclusivamente en el aspecto de su "publicación".

Finalmente, si nos atenemos a la manera como funcionan las actividades de investigación en la universidad colombiana, los aspectos de "descarga y estímulos académicos" son responsabilidad de las universidades mismas, mientras que el aspecto "financiero", para este tipo de proyectos, recae en las políticas de fomento del ICFES y COLCIENCIAS.

Para terminar este análisis sobre la situación de textos nacionales es necesario mencionar dos problemas de mucha importancia que, inevitablemente, debe tener en cuenta una política nacional para fomentar la producción de textos nacionales.

#### Distribución nacional de textos

Si los problemas descritos en el punto anterior se resuelven, en la universidad posiblemente se incremente la producción de textos, pero

no está en capacidad de distribuirlos y difundirlos eficientemente. La experiencia con la mayoría de los pocos libros que se han producido en la universidad colombiana, es que ellos tienden a permanecer "arrumados" en alguna parte. Por su lado, la distribución comercial no suele alcanzar ciudades pequeñas y tiende a encarecer exageradamente el texto. En realidad, la distribución nacional de textos producidos en las universidades es parte del problema más amplio, ya mencionado anteriormente, de poder disponer de medios que permitan un acceso fácil a libros, revistas y materiales de estudio en general para la docencia e investigación científica, tanto a nivel nacional como internacional. La ocurrencia de estos hechos señala la necesidad de crear algún tipo de organización que se encargue de este trabajo; esta organización podría tener el carácter de empresa sin ánimo de lucro y se formaría a partir de aportes o donaciones iniciales de distintas instituciones. Un punto de partida en una organización de esta naturaleza, tal como se sugiere en (16), es la de fortalecer y completar las librerías universitarias (existen actualmente 17 librerías universitarias) convirtiéndolas en una verdadera red que podría tener un comité nacional de coordinación.

A través de estas librerías se podría llevar a la práctica políticas de producción y adquisición conjunta para abaratar costos y sistemas de venta que faciliten el acceso de los materiales a profesores y estudiantes, tales como venta a crédito, reventa de libros usados, etc.

#### Adopción de textos

Ligado al problema de la distribución y difusión de textos está el pro-

blema de que los libros que se produzcan puedan constituirse en realidad, en textos de referencia en diferentes universidades. Obviamente, el resolver el "problema de distribución" y poder disponer de los libros oportunamente es un paso importante para que puedan escogerse como textos o como referencia bibliográfica para un curso. Pero no basta con ello, especialmente en nuestro medio muy dado a ciertos celos parroquiales, que podría hacer difícil que una universidad utilizara un texto producido en otra. Puesto que sería absurdo pensar en institucionalizar textos científicos a nivel nacional por decreto, el curso de acción a seguir sería el de impulsar y hacer conciencia sobre la necesidad de integrar recursos y esfuerzos en distintos programas de desarrollo. Para este particular parece de mucha utilidad una estrategia que ya se insinuó anteriormente, cual es la de impulsar la escritura de textos con base en grupos de profesores pertenecientes a distintas universidades. De esta manera se facilitaría sin duda su adopción en diferentes universidades y seguramente se reforzaría su calidad académica. Las sociedades científicas podrían jugar un papel importante en la articulación y coordinación de estos grupos.

### Revistas

La situación de revistas científicas nacionales es también bastante precaria y se puede afirmar que prácticamente no existen revistas científicas regulares y estables reconocidas internacionalmente y de amplia difusión nacional. El área de matemática podría considerarse una excepción; la Revista Colombiana de Matemática de la Sociedad Colombiana de Matemática, por ejemplo, tiene ya una tradición importante y ha logrado alcan-

zar cierto status internacional. En los últimos cuatro o cinco años se ha mantenido con bastante regularidad la revista divulgativa matemática, Enseñanza Universitaria, que tiene un cubrimiento nacional bastante amplio. Ha existido también el Boletín de la Sociedad Colombiana de Matemática, de buen cubrimiento nacional, pero ha perdido continuidad en los últimos años. El año pasado, con la colaboración de distintas universidades y auspiciado por la Sociedad Colombiana de Matemática, empezó a circular, con un excelente cubrimiento nacional, la revista Lecturas Matemáticas, que tiene un carácter divulgativo.

En el área de física puede identificarse la revista de la Sociedad Colombiana de Física que aunque presenta problemas de regularidad ha alcanzado en los últimos años un buen nivel científico.

En biología, química y ciencias de la tierra las correspondientes sociedades científicas no han logrado estabilizar una verdadera revista científica para el área. En 1980 la Sociedad de Geología empezó a editar, con buenos augurios, la revista Geología Norandina. En el área de biología se pueden identificar algunas publicaciones periódicas de trayectoria, como *Caldasia* del Instituto de Ciencias Naturales, pero su temática y colaboradores tienen un carácter muy restringido. Una situación semejante ocurre en el área de química en la cual se destaca la Revista Colombiana de Química cuya circulación y participantes, a nivel nacional, está muy restringida al departamento de química de la Universidad Nacional.

Con carácter interdisciplinario puede mencionarse la revista "Investiga-



ción" de la Universidad Industrial de Santander, pero a pesar de tener clasificación internacional, no tiene la suficiente difusión nacional y ha perdido continuidad. Ha existido también, con mayor trayectoria, la revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales pero esta publicación no tiene mucha influencia ni difusión en las actuales generaciones académicas.

La Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia ha venido impulsando la revista Prociencia, pero tanto su continuidad como su orientación son muy variables y en el momento no podría catalogarse como una revista científica. En lo pedagógico vale la pena destacar la revista del Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional (Revista Colombiana de Educación) surgida en los últimos años. Existe también la revista CIENCIA, TECNOLOGIA Y DESARROLLO creada por COLCIENCIAS en 1977, dedicada al análisis de las políticas de ciencia y tecnología. Revista importante para el desarrollo científico y tecnológico del país, pero que no pretende ser científica sino que busca crear opinión sobre los problemas generales de la política nacional de ciencia y tecnología.

Las causas y problemas que se han mencionado como determinantes para la ausencia de textos nacionales se aplican también al caso de las revistas de origen nacional. Así, por ejemplo, los artículos de las revistas son formas de expresión natural de una actividad investigativa y docente que requiere de condiciones específicas de trabajo que la faciliten y la fomenten. De igual manera, y más que en el caso de los textos, este tipo de publicaciones está condicio-

nado por una capacidad académica que tiene como indicadores, entre otros, el número de profesores con entrenamiento de posgrado y el número de investigadores activos. Finalmente, su difusión entre el profesorado tiene que ver también con sus hábitos de estudio y lectura y con mecanismos de distribución eficiente que los hagan accesibles a profesores y estudiantes.

En el caso de las "revistas" existe un problema de política no contemplado en los "textos". Este problema podríamos plantearlo de la siguiente manera: ¿qué tipo de revista científica deberíamos impulsar en nuestro medio? ¿Se debería tratar de regularizar, crear o institucionalizar, en cada área, revistas de artículos de investigación exclusivamente o revistas de divulgación? ¿Qué es más conveniente para el desarrollo científico del país, que sus investigadores más destacados publiquen en revistas internacionales o tratar de ayudar a estabilizar, con sus aportes, una revista científica nacional en su área? Posiblemente lo ideal sea aspirar a tener revistas nacionales reconocidas internacionalmente pero, por el momento, esta aspiración puede ser utópica. De hecho, la solución a esta aspiración sólo parece posible a nivel regional suramericano y en esta dirección existen ya algunas iniciativas concretas.

La solución a este interrogante debe pasar, claro está, por una discusión amplia especialmente con las sociedades científicas que están llamadas a ser los principales impulsores de este tipo de revistas. Una solución a la dicotomía planteada anteriormente, en especial para aquellas áreas en las cuales no se ha logrado estabilizar ninguna revista científica

sería la siguiente: estimular al máximo al investigador colombiano para que publique en revistas internacionales e institucionalizar, por disciplina científica, una publicación anual en la cual se compilen los trabajos de mayor interés o importancia producidos a nivel nacional en dicha área. Complementariamente se trataría de mantener una revista nacional de buen nivel académico pero con una estructura flexible en la cual se puedan publicar, en secciones bien definidas, artículos investigativos y presentaciones mediante resúmenes cortos de artículos que se quieren publicar o se han publicado en el extranjero, monografías, revisión de libros, etc.

### 7. Síntesis y conclusiones

El análisis anterior muestra que en la universidad colombiana se ha venido produciendo un desarrollo apreciable de las actividades científicas en las Ciencias Exactas y Naturales. Este desarrollo, sin embargo, está lejos de consolidarse y evidencia la necesidad de una política de desarrollo que le imprima la capacidad y dinámica que requiere el avance científico y tecnológico del país.

Todo el proceso muestra un núcleo de acumulación en un conjunto de cinco o seis universidades públicas y dos o tres universidades privadas, por fuera del cual los departamentos o unidades existentes no superan el status de "unidades de servicio docente", en el sentido peyorativo de la palabra, sin mayores perspectivas de desarrollo. La expansión de este núcleo, de relativa excelencia, es muy lento y aún a su interior se presentan retrocesos y altibajos.

La necesidad de consolidar este proceso se desprende del papel que

las Ciencias Exactas y Naturales juegan en el desarrollo de una sociedad y, por lo tanto, debe considerarse como parte fundamental de una política más amplia de desarrollo educativo y científico para el país.

En la situación actual, un programa para el desarrollo de las Ciencias Exactas y Naturales debe buscar el refuerzo de las actividades científicas de las universidades en las cuales se ha centrado el mayor desarrollo del área y su proyección al resto del sector universitario, así como al sistema educativo y científico tecnológico externo a él.

Los planteamientos hechos en las secciones anteriores permiten sintetizar el siguiente conjunto de problemas como puntos de referencia para dicho programa de desarrollo.

#### Programas de formación

En la modalidad de formación universitaria el número de carreras de Ciencias ha crecido apreciablemente aunque de manera cautelosa. No ocurrió lo mismo con las licenciaturas en Educación cuyo número aumentó sin control. El número de posgrados es aún bajo y algunos existentes, especialmente en las Ciencias Básicas Médicas, han tenido retrocesos. Entre los programas activos ninguno ofrece un grado más alto que el de magister. En consecuencia se requiere:

a) Consolidar y diversificar el desarrollo de los actuales programas de Ciencias buscando alcanzar la meta del doctorado de acuerdo con las condiciones objetivas de los diferentes posgrados existentes.

b) Someter la creación de nuevos programas a una estricta planea-

ción evitando su proliferación artificial. Especialmente a nivel de posgrado esta creación debe darse con base en compromisos institucionales claros y realizables y en términos de necesidades reales del desarrollo educativo y científico. En cuanto a los programas en Educación se debe impulsar el desarrollo del posgrado tratando de mejorar la calidad de las licenciaturas y manteniendo congelado el surgimiento de nuevos programas, pero se hace imperioso clarificar la intersección y diferenciación curriculares que deben tener con los programas de ciencias.

c) Impulsar una política de integración de recursos regionales y nacionales como parte de la estrategia de fortalecimiento de los programas de ciencia existentes.

d) Dar especial interés a los programas de formación en Geología en atención a la crisis que vive dicha sub-área.

— La matrícula en las carreras de Ciencias es reducida y de crecimiento absoluto muy bajo (crecimiento relativo negativo). La matrícula en las licenciaturas es más alta, pero tiende a disminuir y presenta problemas de vocación semejantes a los de las carreras de Ciencias. Se requiere, por lo tanto, a través de diferentes mecanismos y estrategias, tratar de estimular las vocaciones científicas en nuestro medio y mejorar el número y nivel académico de los estudiantes en los programas de Ciencias tanto a nivel universitario como de posgrado. Lo anterior conlleva una mayor interacción de la universidad con la enseñanza de las Ciencias en el bachillerato, seleccionar mejor los candidatos que entran a las carreras de Ciencias y promover el mejoramiento social y económico del científico.

— Por su origen histórico e institucional diverso, los conjuntos de programas de formación en las diferentes sub-áreas no presentan una unidad conceptual en lo curricular que las integre dentro de una visión general del área y de las necesidades de personal que ella presenta. Se observan, también, dentro de programas de formación que debieran ser más homogéneos, discrepancias curriculares de importancia. Se han planteado finalmente, críticas sobre los componentes investigativos, pedagógicos e interdisciplinarios de algunos programas. Se concluye, entonces, la importancia de propiciar una revisión crítica sistemática de la estructura curricular de las diferentes sub-áreas. Especial interés debe darse en este estudio a la diversificación curricular de la carrera de Ciencias y a la problemática existente entre carreras de Ciencias y carreras de Educación.

— El profesorado con entrenamiento de posgrado se considera insuficiente para consolidar y ampliar el sistema de posgrado existente y en la mayoría de los casos para llevarlo a nivel de programas de doctorado. Se considera fundamental, por lo tanto, incrementar por diferentes mecanismos el número de profesores con nivel de doctorado que participa en la docencia de estos programas, buscando, en particular, el mejor aprovechamiento posible del profesorado con título de posgrado existente en el país. Se propone como meta global para el grupo de universidades con carreras de Ciencias el incremento del profesorado con título de doctorado hasta alcanzar el 20% ó 25% de la población profesoral del grupo (100 a 150 doctores) y hasta el 50% ó 60% para profesorado con nivel de posgrado. Se propone, igualmente, exigir el nivel académico equivalente

a maestría para ejercer docencia en los programas de Ciencias (incluidas las licenciaturas) de nivel universitario y el equivalente a doctorado para la docencia en posgrado.

— El profesorado con nivel de posgrado ha seguido un proceso espontáneo de especialización sin directrices muy precisas. Con base en líneas de desarrollo definidas por las universidades se debe dar una orientación más precisa a los programas de formación, buscando la acumulación mínima necesaria en diferentes disciplinas que permita una producción científica nacional significativa.

— Los recursos físicos, bibliográficos, financieros de que disponen los programas de Ciencias se consideran insuficientes para su desarrollo especialmente a nivel de posgrado. Se debe reforzar estos recursos con base en el potencial científico real de las diferentes instituciones en las cuales se concentran dichos programas y de sus planes de desarrollo científico. En particular, se considera necesario la creación de un fondo nacional de becas o préstamos condonables para adelantar estudios de posgrado en el área que facilite, en términos financieros, el acceso al posgrado a profesores en ejercicio y egresados de las carreras de Ciencias.

### Investigación

— La investigación en el área se encuentra concentrada en unas seis universidades y su concentración institucional constituye, a largo plazo, un limitante para el desarrollo científico del área. La actividad investigativa, además de la docente, debe ser la meta de toda unidad de Ciencias. Mediante la proyección de la activi-

dad de los departamentos de Ciencias más desarrollados en el resto del sector universitario (formación de profesores a nivel de posgrado, vinculación de otras universidades a su actividad investigativa), se debe extender la investigación en Ciencias Exactas y Naturales a un número más amplio de universidades.

— Se considera bajo el número de investigadores activos y la participación del profesorado de posgrado en esta actividad. Se considera también inadecuado el tiempo que, en general, la universidad facilita al profesor para la investigación, así como el esquema puramente individual para su planeación e impulso. El incremento de la calidad y productividad científica de la universidad requiere de un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles, especialmente humanos, para la investigación y el desarrollo de "escuelas de investigación". Se enfatiza en este contexto la necesidad de una política ambiciosa de desarrollo profesoral, coherente con las políticas de desarrollo de los posgrados, que incremente el número de profesores con doctorado y maestría no solo en el grupo de universidades de mayor desarrollo relativo.

— Una fracción considerable de la investigación en Ciencias Básicas, se realiza en entidades externas a la universidad sin que se den nexos claros entre ambos sectores institucionales. No existe, pues, una política de desarrollo científico que le asigne a la universidad, en lo investigativo, una función precisa respecto al sistema científico-tecnológico. Se deben buscar, por lo tanto, formas de programación científica nacional que permitan fomentar la participación de la universidad en programas de inves-

tigación ligadas a metas de desarrollo nacional.

— La investigación nacional en Ciencias Básicas presenta vacíos temáticos y se considera escasa para sustentar el desarrollo de un sistema de posgrado y proyectar con efectividad un desarrollo científico y tecnológico nacional. Se requiere, por lo tanto, a través de su programación institucional, incrementar radicalmente su volumen, calidad científica y la eficiencia de sus procesos internos. A partir del apoyo de grupos existentes y la coordinación de sus actividades se debe impulsar el surgimiento de programas nacionales de investigación en el área. Lo anterior supone acciones especiales por parte del ICFES y COLCIENCIAS y la concertación de sus políticas de fomento científico.

— La investigación pedagógica y didáctica en Ciencias prácticamente no existe, por lo que se necesita fomentarla para el mejoramiento curricular de las carreras de Ciencias y especialmente de las de Educación.

— Existe poca difusión de la actividad investigativa que debe ayudarse a superar mediante una política de fomento a las publicaciones científicas.

#### Docencia

— El proceso de organización por departamentos de la universidad colombiana en el cual se ha sustentado en gran parte el desarrollo de las Ciencias Exactas y Naturales se localizó, casi exclusivamente, en el grupo reducido de las seis universidades que presentan el mayor desarrollo relativo del área, y hay síntomas de confusión organizativa, de es-

tancamiento o retroceso en universidades de menor desarrollo relativo. En estos términos, la ampliación y consolidación de esta forma de organización, por lo menos en lo relativo a las unidades de Ciencias Exactas y Naturales, es uno de los problemas fundamentales en el desarrollo científico de la universidad.

La ampliación y consolidación anterior requiere del análisis y estudio de los problemas inherentes a la organización y práctica de la universidad por departamentos que ayude a superar la confusión reinante. Necesita, en particular, de la institucionalización de nuevas formas de trabajo entre los departamentos y los programas de formación y el incremento de la actividad investigativa en el área.

— En sentido estricto, las Ciencias Exactas y Naturales constituyen base fundamental del edificio académico universitario y su desarrollo académico tiene un gran impacto en el mejoramiento académico de toda la universidad.

— La docencia de las Ciencias Exactas y Naturales en la universidad, presenta problemas pedagógicos que deben ser objeto de estudio como parte de una política para su fomento en la universidad. Estos problemas, que incluso se evidencian en las universidades de mayor desarrollo relativo, tienen que ver con el diseño y forma de enseñanza de la componente curricular de las diferentes disciplinas científicas en las distintas carreras. Tiene que ver, también, con los modelos de instrucción que están siendo utilizados en su enseñanza y con la formación de los egresados de los programas de Ciencias y de los licenciados en Educación que enseñan en la universidad.



— El profesorado del área presenta aún un bajo nivel académico y vacíos en la formación respecto de su rol docente a nivel universitario, aunque se ha avanzado notablemente en el mejoramiento de sus niveles formales de educación. Se pueden distinguir tres grandes sectores institucionales con grados diversos de desarrollo y composición diferente en los niveles de formación de su profesorado.

En este sentido, se evidencia la necesidad de una política nacional de mejoramiento del profesorado que responda a la situación y necesidades académicas y que vaya desde cursos especiales de capacitación, cursos de nivelación o preparación para el posgrado orientados al sector de profesores de menor formación académica, hasta cursos y seminarios especializados, pasantías nacionales e internacionales, como estímulo al profesorado de mayor nivel académico. Esta política debe ser el resultado de integrar las necesidades de los posgrados y carreras de ciencia, las necesidades de un desarrollo amplio de la investigación y las necesidades de la docencia general.

La política anterior debe buscar, en particular, un incremento del número de profesores de Ciencias con entrenamiento de posgrado en todas las universidades del país, facilitando el acceso de profesores y estudiantes de Ciencias a los posgrados nacionales del área. Debe buscarse, también, el desarrollo de alternativas de capacitación a corto plazo persiguiendo un impacto más inmediato en el mejoramiento docente de las disciplinas del área.

— En el sector medio de la educación, la universidad, por intermedio

de sus unidades de Ciencias, debe no solo mejorar los programas en los cuales se forma el profesorado de dicho sector, sino que debe abordar, de manera sistemática y como parte de este mejoramiento, el estudio de los problemas pedagógicos y científicos que afectan la docencia de las Ciencias Exactas y Naturales en la educación media. Está llamada, igualmente, a jugar un papel preponderante en el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica para atender al diseño y producción de los equipos y materiales docentes que requiere la docencia de las Ciencias en dicho sector. Debe agregarse, finalmente, que el mejoramiento de la enseñanza de las Ciencias en el sector medio y en la primaria, forma parte de una estrategia a largo plazo para alcanzar un verdadero desarrollo científico en nuestro medio.

#### Publicaciones científicas nacionales

— A pesar de que en los últimos veinte años se ha venido generando una mediana capacidad científica en la universidad colombiana, ésta no se ha reflejado todavía en un incremento notable de publicaciones científicas. Son pocos los textos nacionales producidos en el área y, con una o dos excepciones, no existen revistas científicas regulares y estables, conocidas internacionalmente y de amplia difusión nacional.

— Existe, en general, muy poca difusión de los trabajos científicos y pedagógicos realizados en el país. Es grande la incomunicación científica existente entre universidades e institutos de investigación y también entre las propias universidades. La falta de textos y materiales escritos de estudio adecuados a nuestros programas docentes, afecta, con otros fac-



tores, la eficiencia y eficacia de la enseñanza de las Ciencias.

— Una política que aspire a mejorar la situación de textos y materiales escritos para la docencia de las Ciencias en la universidad, debe buscar la creación de mecanismos de edición y distribución que hagan accesibles a la comunidad académica y menos caros, textos y materiales de estudio nacionales e internacionales, de importancia para dicha docencia. Un paso en este sentido puede ser el fortalecimiento y ampliación del conjunto de librerías universitarias, convirtiéndolas en una verdadera red que podría tener, para empezar, un comité nacional de coordinación.

Esta política debe fomentar también, simultáneamente con las acciones anteriores, el desarrollo de textos y materiales de estudio por profesores nacionales, dándole a este trabajo, para efectos de su apoyo institucional en las universidades y en ICFES y COLCIENCIAS, el carácter

y rigor de las actividades de "investigación y desarrollo experimental".

— En lo relativo a la actividad investigativa una política de fomento de publicaciones científicas debería: i) Estimular la publicación internacional de trabajos científicos nacionales. ii) Colaborar con las sociedades científicas para crear y/o fortalecer, en cada sub-área de las ciencias básicas, una revista científica de estructura flexible, de buen nivel académico y de amplia participación y difusión nacional. iii) Iniciar la edición periódica de revistas científicas nacionales dedicadas a recoger y presentar a la comunidad académica nacional e internacional, lo más destacado de nuestra producción científica en cada una de las sub-áreas de las Ciencias Básicas, incluyendo las investigaciones realizadas por nacionales en el extranjero e involucrando tanto al sector universitario como a los institutos de investigación externos a él.

#### NOTAS

1. En este análisis las licenciaturas y posgrados en enseñanza de las Ciencias se consideran programas de formación en Ciencias. Por razones históricas y para facilitar el análisis distinguiremos, sin embargo, entre "programas o carreras de Ciencias" y "programas o carreras de Educación".

2. Se incluyen los programas de Estadística.

3. Las carreras de ingeniería geológica de la Universidad Nacional de Medellín y la U.P.T.C., recientemente fundada, no se consideraron en este caso incluídas en el área.

4. Quizás deba agregarse que entre el profesorado activo de estas universidades se identificaron otros profesores con entrenamiento de posgrado, que no se incluyeron en las cifras reportadas en el Cuadro N° 7, por no poseer título. En este grupo se encuentran numerosos candidatos a grado de Maestría y Doctorado. Este aspecto se toca con mayor detalle al analizar el Cuadro N° 12.

5. Gran parte de las estadísticas que aquí se presentan han sido tomadas del trabajo realizado por COLCIENCIAS en 1977: "La investigación en la universidad colombiana" (11). Aunque en los últimos cinco

años se advierten algunos cambios menores, se puede afirmar que las características básicas descritas en aquel estudio permanecen esencialmente iguales.

6. Es importante destacar que estas cifras no incluyen los proyectos de Ciencias Básicas Médicas. La actividad investigativa en disciplinas tales como: fisiología, farmacología, microbiología, genética humana, etc., fueron incluidas como parte de la investigación en Ciencias de la Salud y no como investigación en Ciencias Exactas y Naturales (11). En el Cuadro N° 9 se presenta alguna información a este respecto.

7. Esta concentración de la investigación en el área se refuerza aún más al incluir las C. B. Médicas. De los 69 proyectos en B. Médicas reportados en el Cuadro N° 9, 68 de ellos, por valor de \$ 13.102.210, realizados por 137 investigadores, se realizan en estas mismas universidades.

8. Coeficiente de participación =  $(N^{\circ}$  de profesores con posgrado que participa en actividades investigativas) /  $(N^{\circ}$  total de profesores con título de posgrado).

9. Este dato no incluye los 69 proyectos y 139 investigadores en C. Básicas Médicas reportados en el Cuadro N° 9.

10. El espacio institucional cubierto en biología sólo incluye a las universidades Nacional de Bogotá, Javeriana, Antioquia, Valle, UIS. No se incluye a la Universidad de los Andes, de mucha importancia en esta sub-área.

11. Se utiliza esta clasificación con el significado que usualmente se le da en los informes internacionales de ciencia y tecnología. Ver guía para la compilación de ciencia y tecnología de la UNESCO.

12. En (4) y (12) se presentan algunas cifras en este sentido que aunque no desvir-

túan totalmente este planteamiento se apartan un poco de ellas. En estos estudios las definiciones utilizadas no se ajustan plenamente a las definiciones internacionales adoptadas por UNESCO.

13. El término "facultad" se ha vuelto a utilizar a partir de la reciente reforma universitaria pero con un significado más amplio que el anteriormente utilizado. Se hablará de "facultad moderna" o "facultad clásica" para evitar ambigüedades.

14. Aunque en el Cuadro N° 13 se incluye el sector curricular de Ciencias Exactas y Naturales, el análisis incluido en esta sección se refiere principalmente a la docencia de los departamentos de Ciencias en las carreras que no son de su sub-área respectiva.

15. El problema de textos se analiza separadamente con algún detalle en la sección 6 "publicaciones científicas".

16. La publicación oficial del folleto "Estadísticas de la Educación Superior 1980" estaba en preparación en el período de elaboración de este trabajo. Los datos se obtuvieron de las estadísticas de base de que dispone la sección de estadísticas del Icfes.

17. Estos porcentajes son menores a los presentados en la sección 3.5, Cuadro N° 7. La diferencia se debe al método de cálculo. En dicha sección se utilizó el concepto de "profesorado de planta" y los porcentajes se refieren al total de profesores en "equivalentes de tiempo completo".

18. Este profesorado no incluye profesores en comisión de estudio fuera de la universidad respectiva.

19. La posibilidad de utilizar los años académicos para escribir libros, como se fomenta en la Ley 80, puede contribuir a mejorar estas condiciones.

1. Bateman, A. Desarrollo de las Ciencias Básicas en Colombia. **Prociencia**, marzo 1978, N° 5.
2. Hermelín, M. Ciencias de la Tierra: estado actual de la enseñanza y su relación con la investigación. **Prociencia**, marzo 1978, N° 5.
3. Hermelín, M. Situación de la geología en Colombia. Documento de trabajo del Programa de Mejoramiento de la E e I en Ciencias Básicas (1981).
4. Corredor C., y Oliveros G. Evaluación de los programas de posgrado en Ciencias Biológicas. Documento de trabajo del Programa Mejoramiento de la E e I en Ciencias Básicas (septiembre 1980).
5. Corredor C. Docencia e investigación en ciencias biológicas. **Prociencia**, marzo 1978, N° 5.
6. Takeuchi, Yu. Formación de matemáticos en Colombia. VII Coloquio Colombiano de Matemática, 1977.
7. González G., Poveda A., Puerta J. y Ramírez A. Los programas de posgrado en química de la universidad colombiana. Documento de trabajo del Programa Mejoramiento de la E e I en Ciencias Básicas (1980).
8. Puerta J. Las carreras de química en Colombia. Documento de trabajo del Programa Mejoramiento de la E e I en Ciencias Básicas (1981).
9. Takashi A. Informe sobre la situación de la matemática en Colombia. Documento de trabajo del Programa Mejoramiento de la E e I en Ciencias Básicas (1981).
10. Galeano Y. Estudio del estado actual de la docencia y la investigación en los Departamentos de Física del país y algunas proyecciones (1980).
11. COLCIENCIAS. La investigación en la universidad colombiana (1977).
12. Puerta J., Torres L. y Garzón G. El estado de la investigación en química en las universidades colombianas en 1980. Documento de trabajo del Programa Mejoramiento de la E e I en Ciencias Básicas (junio 1981).
13. González J., Larrahondo J., Martínez J., Palacio G. L. y Puerta J. La investigación en productos naturales en la universidad colombiana. Documento de trabajo del Programa Mejoramiento de la E e I en Ciencias Básicas (marzo 1981).
14. Devia J., Páez E. Programa nacional de capacitación y perfeccionamiento académico para profesores universitarios en química. Programa Mejoramiento de la E e I en Ciencias Básicas, diciembre (1980).
15. Alvarez J. Investigación y desarrollo pedagógicos en los Departamentos de Ciencias Básicas. Memorias Seminario Internacional sobre Enseñanza de las Ciencias U. Pedagógica U. del Valle (octubre 1980).
- 16) Palacio A. Utilización de textos nacionales. Documento interno de trabajo Icfes-Fes (1980).