

Estado actual y perspectivas de la investigación en Ciencias Básicas

JAIME PRADILLA SORZANO

INTRODUCCION

Una serie de trabajos acerca de la evaluación de los programas de enseñanza e investigación en el área de Ciencias Básicas, publicada recientemente con el auspicio del ICFES y COLCIENCIAS^{1, 2, 4}, constituye un extenso y juicioso análisis del tema. Estos estudios se han realizado desde un punto de vista tanto general como particular, para cada una de las disciplinas en que se divide la ciencia. En esta disertación se pretende exponer aquellos aspectos de mayor relevancia relacionados con la función que la ciencia cumple en el desarrollo nacional.

La evolución del lenguaje se relaciona con las diferentes etapas y esferas del pensamiento colectivo. El área del conocimiento al que se hace referencia se ha designado unas veces como "ciencias básicas" y otras con el título pomposo de "ciencias exactas y naturales". El concepto original de Ciencias Básicas, de procedencia anglo-sajona, se refiere a la fundamentación lógica de los conocimientos primarios de la naturaleza. Sin embargo, se ha ido abrien-

do paso la expresión de "ciencias exactas y de la naturaleza", mientras que, a partir de los años sesenta, las universidades colombianas vienen llamando "ciencias básicas" a los estudios generales de determinadas carreras como la medicina y la ingeniería.

En la Figura 1, se determina el área de estudio haciendo énfasis en la interrelación de las disciplinas, y esbozando, en forma simplificada, un orden de fundamentación que radica en la matemática y la física, extendiéndose sucesivamente a la química, a las ciencias biológicas y a las ciencias de la tierra que estudian ámbitos más reducidos de la naturaleza.

A. CIENCIA Y DESARROLLO

Se ha difundido en nuestro medio el sistema de fijar objetivos en toda actividad; sin embargo, pocas veces consideramos la importancia de los medios que se utilizan aunque, obviamente, son éstos los que determinan los resultados.

Aldous Huxley presenta en algunos de sus ensayos esta relación entre

medios y objetivos con una conveniente exageración al afirmar que "los fines son elección simiesca y sólo los medios elección humana".

En este orden de ideas, debemos preguntarnos qué tipo de desarrollo buscamos para nuestra sociedad y cuál es el aporte que esperamos de las ciencias básicas en el conjunto de las metas propuestas.

Si concebimos el desarrollo social de una forma global³, no deformándolo por el marco de referencia en que cada uno de nosotros está situado, podemos considerar a nuestro país como un sistema complejo compuesto por elementos acoplados entre sí, como los sectores económicos, políticos y culturales; encontrándose dentro de la cultura, la ciencia. Cada uno de estos subsistemas es interdependiente de tal manera, que el desarrollo armónico supone un paralelismo en tres dimensiones, lo que se representa en la Figura 2.

La deformación de esta base triangular indicaría el aislamiento de uno de los subsectores o componentes. Así, la multiplicación de las universidades puede producir un impacto débil sobre la economía y la política, pues se pretendería mejorar unilateralmente la cultura. A su vez, si las proyecciones del desarrollo no tienen un paralelismo y favorecen a uno de los sectores primordialmente, por ejemplo, el sector económico, la distorsión social lograda desestabilizaría el sistema obteniéndose nuevamente un retroceso. Nuestro lenguaje utiliza vocablos que han logrado cierta divulgación y que designan estos espejismos: el "desarrollismo" se refiere al subsistema económico, el "culturismo" y la "politización" a los otros dos.

B. INVESTIGACION Y SOCIEDAD

La ciencia básica forma parte importante de la cultura contemporánea y, como tal, no es simplemente una ordenación de conocimientos de la naturaleza, sino una actitud mental que se adquiere con el ejercicio del método científico que llamamos investigación. La investigación básica, independientemente de su potencial para el mejoramiento de la tecnología, contribuye a elevar el nivel cultural de los distintos estratos sociales, incluyendo naturalmente, a la clase dirigente que en nuestro sistema democrático intenta reflejar la actitud colectiva.

Ciertamente, la investigación en ciencias básicas contribuye también en forma importante al desarrollo económico. Entre ésta y la investigación tecnológica existe una interrelación que rebasa el marco de la especulación, pues tiene implicaciones en cuanto a la adopción de políticas que permiten superar el utilitarismo inmediato que tipifica a las sociedades subdesarrolladas o en decadencia. La línea divisoria entre investigación básica y aplicada no está perfectamente delimitada, pero las dos modalidades tienen un aspecto común que debemos destacar: la creatividad u originalidad.

En la Figura 3 se muestra la relación entre las ciencias básicas y sus aplicaciones mediante flechas que indican el orden de ejecución e influencia. Basándonos en esta Figura, podemos hacer un diagnóstico de la llamada dependencia económica. En un país como el nuestro, con una débil infraestructura de investigación, el proceso de desarrollo económico se basa casi exclusivamente en la tecnología importada. Este he-

cho interrumpe el flujo de retro-alimentación (feed-back) que auto-estimula el sistema: los dirigentes políticos y económicos no reciben el estímulo necesario para desarrollar la política científica y tecnológica, lo cual implica falta de empleo para el investigador y dependencia cultural.

Estas ideas generales sobre la investigación y su influencia en la sociedad moderna, nos dan un marco de referencia para evaluar el estado actual de nuestra ciencia básica y para proponer algunas políticas que permitan mejorar las perspectivas de un futuro desarrollo.

C. LA INVESTIGACION EN COLOMBIA

Al presentar la evolución de la ciencia básica en Colombia se imponen algunos interrogantes que tocan con decisiones que surgen de este análisis. ¿Es la investigación en ciencias un lujo para nuestra sociedad? ¿La investigación debe tener las mismas áreas prioritarias en tecnología que en ciencias básicas? ¿Cuál debe ser la política de empleo que estimule la investigación? ¿Cuáles son las condiciones prácticas que dificultan la investigación?

1. Desarrollo de los programas de educación

La historia reciente del desarrollo de las ciencias comienza hacia 1946, cuando la Universidad Nacional inicia la primera facultad de ciencias del país². En la Figura 4 se indica, cronológicamente, la iniciación de las carreras de ciencias básicas. El proceso tuvo un período destacado en la década de los sesenta cuando se modernizó la estructura universitaria, antes formada por modelos estrictamente profesionales, dando lu-

gar a los departamentos académicos agrupados por áreas denominadas divisiones o facultades. Simultáneamente con estas transformaciones institucionales, se intensifica la formación de profesores especializados en las ciencias, quienes han ido desplazando la docencia impartida por ingenieros, médicos y licenciados en educación.

En cuanto a los programas de postgrado, cabe destacar el surgimiento de las ciencias básicas médicas en la Universidad del Valle, que iniciaron para el país estos estudios avanzados, incluso a nivel de doctorado. Sin embargo, éstos han retrocedido últimamente, al parecer, por el retorno a una actitud pragmática en la enseñanza de la medicina. Es difícil predecir si la dinámica que se advierte actualmente en las áreas de Biología, Física y Química, que acertadamente el Gobierno ha decidido impulsar recientemente con un empréstito del BID, va a seguir una trayectoria parabólica o, por el contrario, tenderá a consolidarse en un futuro próximo.

2. Demanda estudiantil y profesional

Al respecto, quiero hacer énfasis en el hecho de que el método científico no puede desarrollarse y consolidarse en una sociedad que sólo aplica técnicas correspondientes a investigaciones realizadas en otro medio. Por lo tanto, resulta lógico esperar que, inicialmente, la mayor parte de los egresados de la Escuela de Postgrado se dediquen a la docencia universitaria. La experiencia en países como México y Brasil nos demuestra cómo esta tendencia inicial del empleo se va transformando y gradualmente se incrementa el ejercicio profesional extrauniversitario. En una etapa posterior, los países

desarrollados presentan una mayor demanda de investigadores en la industria que en la universidad.

La evolución reciente indica que este proceso no ha tenido la dinámica deseada en nuestro medio, factor que necesariamente viene generando el fenómeno comúnmente denominado "fuga de cerebros". Una política de investigación básica y aplicada, que comprenda la empresa estatal y privada, se hace indispensable si se aspira a un desarrollo continuado de la investigación científica.

Existe en la actualidad una base muy limitada de investigación científica extra-universitaria en el sector público de nuestro país⁶. La Figura 5 muestra una comparación de los perfiles de la investigación entre el sector universitario y el sector público. La proporción de los recursos financieros que se dedican a la investigación en ciencias básicas en el sector público es tres veces menor que en el sector universitario (12.8% y 33.2% respectivamente). Estos hechos tienen implicaciones, no solamente en la calidad de las investigaciones aplicadas, sino que limitan el campo de acción de los graduados en ciencias básicas dentro del proceso productivo del país, reduciéndolo prácticamente al sistema universitario, donde solo podrá mantenerse artificialmente, al margen del contexto socio-económico. En consecuencia, en el sector oficial de investigación y desarrollo, debe abrirse paso una política de empleo amplia, que permita una activa participación del científico donde tradicionalmente se le ha negado.

No se conoce un estudio sobre el perfil de empleo de graduados en ciencias básicas en las empresas in-

dustriales del Estado y sus instituciones de investigación y desarrollo; no obstante, el consenso general indica que la proporción de científicos es muy baja con relación a los graduados en disciplinas tecnológicas.

Esta situación debe corregirse si se aspira a que el país tenga un desarrollo significativo y sostenido en el área de las ciencias básicas. Un importante paso en este sentido ha sido la expedición del Decreto 222 de 1983 en lo que se refiere a la participación de las universidades en los contratos administrativos.

No debe sorprendernos el hecho de que la demanda estudiantil para los programas de ciencias básicas sea, en medio de esta situación, una ínfima proporción que decrece cada año. Como se puede observar en la Figura 6, la proporción de egresados en ciencias, desciende de 1.66% en 1975 a 0.83% en 1980². En la misma figura se representa la situación para cada una de las sub-áreas en términos absolutos, siendo más aguda la situación en Física⁸, donde hubo solamente 21 egresados en 1980. Las Matemáticas¹¹ representan la segunda población estudiantil; sin embargo, las cifras reportadas incluyen los programas de estadística, dejando para la llamada Matemática Pura una situación similar a la de la Física. En Química¹⁰ y Biología⁵, hubo un mayor número de egresados, fenómeno que corresponde a la función de estas ciencias en la demanda extra-universitaria actual. En Geología⁹ la situación es única, debido a la limitación de cupos lo que evidencia la crisis de recursos humanos que existe en esta profesión. Esta es otra manifestación de la disociación existente entre el sector universitario y el productivo del país.

Los estudios de postgrado, en su mayoría de origen muy reciente, están llamados a iniciar una segunda etapa del desarrollo universitario caracterizado por el énfasis en la investigación. La evolución de las próximas décadas requerirá cada vez en mayor medida, una mentalidad de investigación capaz de afrontar las nuevas situaciones. Se puede aseverar que esta clase de estudios avanzados tiene su primera influencia dentro de la propia universidad.

Es por esto, que el éxito de estos programas depende de la introducción de mayores exigencias académicas en cuanto a la vinculación de profesores. La exigencia de títulos de postgrado a los profesores universitarios, como política nacional a largo y mediano plazo, constituye uno de los medios necesarios para promover el desarrollo de la investigación nacional.

3. El profesorado

Con frecuencia se afirma que el problema universitario es el reflejo de la crisis de nuestra sociedad. Sin demeritar las consideraciones de orden socio-político, ya que es obvio que las manifestaciones de orden social y político están correlacionadas con el desarrollo de la universidad, debemos analizar los factores meramente académicos que influyen decisivamente en la vida universitaria, y que con frecuencia, son considerados como de segundo orden, quizás por ser menos divulgados y más técnicos.

Existen dos aspectos que generalmente se consideran al evaluar el profesorado: la dedicación a la institución y sus títulos académicos. En la Figura 7, se observa el predominio del profesorado de tiempo completo,

particularmente en las universidades públicas, donde alcanza el 94% frente a un 70% en las universidades privadas. Esta meta ya alcanzada se ha considerado como uno de los medios más eficaces para lograr el progreso docente. Sin embargo, se ha mencionado recientemente que la modalidad de tiempo completo ha llegado a constituir un factor negativo por la burocratización de la cátedra universitaria.

Se ha insinuado que la vinculación de un mayor número de profesores externos daría nuevamente a la cátedra universitaria el esplendor que se supone tuvo en épocas pasadas. Es cierto que el profesor de tiempo parcial, por ejercer su profesión en un medio extra-universitario, desempeña una actividad que le proporciona a menudo una actitud mental favorable a la transmisión de sus conocimientos, y que por otra parte, el profesor de tiempo completo sin estímulo especial distinto al de la enseñanza, puede sentir una frustración que haga su labor rutinaria y poco fructífera; pero esto es analizar los síntomas del problema y no sus causas. Al profesor de tiempo completo debe considerársele esencial en la docencia universitaria, pero desde luego procurándole las condiciones propicias para su óptimo desarrollo. El ejercicio de las facultades creadoras debe estimarse esencial en el profesor universitario, así como un factor determinante del progreso de la universidad. La actividad creadora, natural muchas veces para el profesor que desempeña una labor ajena a la universidad, debe propiciarse en el catedrático de tiempo completo mediante un interés en cierto modo diferente de su labor docente, como es el trabajo concierne a la investigación científica.

Otro hecho que se observa es que la proporción del profesorado con títulos de postgrado es relativamente baja en la totalidad de las universidades: apenas un 36%. Siendo las ciencias básicas el sector más avanzado se evidencia en él un nivel mayor en la proporción y número de profesores con título de postgrado: va del 52 al 40% (Figura 8). La contribución de cada universidad al total de investigaciones realizadas se presenta en la Figura 9.

Cabe preguntar si existe una relación directa entre los parámetros de dedicación y títulos del profesorado y el número de investigaciones realizadas en las universidades.

En la Figura 10 aparece una correlación entre el número de profesores con títulos de postgrado y el número de trabajos de investigación por universidades.

En términos generales, las universidades que tienen mayor número de profesores con títulos de postgrado presentan más proyectos de investigación; sin embargo, ella no corresponde al potencial existente: el coeficiente de actividad investigativa es inferior al 50%. Es decir, que por cada profesor con título de postgrado, se realiza apenas medio proyecto investigativo. Esto pone de manifiesto la importancia que desempeñan aquellos factores distintos del parámetro humano en la investigación científica.

4. Recursos físicos y financieros

Un estudio detallado de a situación de los equipos especializados existentes en el país rebasa el alcance de este trabajo; por ello me limito a presentar algunas observaciones generales.

En las universidades más desarrolladas, se ha logrado una situación aceptable, pero subsiste el problema de fondo, el problema de mantenimiento de equipos y adquisición de repuestos. En cuanto a la formación de personal de instrumentación y mantenimiento, se ha progresado notablemente, pero paradójicamente, se ha retrocedido en cuanto a las facilidades de adquisición de materiales de trabajo y repuestos. Esto se debe, en primer lugar, a que el presupuesto universitario es, ante todo, docente y no deja margen para la inversión. Además, las dificultades burocráticas en la adquisición de material de trabajo y repuestos, impiden, paralizan y posponen en forma indefinida la realización de proyectos.

Mientras que una empresa privada puede conseguir lo que necesita con relativa celeridad, la universidad muchas veces está incapacitada para hacerlo, aún disponiendo de fondos especiales. La situación es similar en cuanto a recursos bibliográficos. En los programas de ciencias que han alcanzado el nivel de postgrado, estos recursos son deficientes: la mayoría de las bibliotecas poseen colecciones incompletas por falta de renovación sistemática. Por otro lado, hay que reconocer que las facilidades para la adquisición de separatas o fotocopias en el extranjero, han mejorado.

Sobre los recursos financieros, se debe añadir que otro problema fundamental es la ausencia de fuentes de ayuda financiera para los estudiantes de postgrado. Parece no existir una comprensión adecuada sobre el hecho de que la mayoría de las investigaciones se hacen a través del desarrollo de las tesis de programas de postgrado. Es particular-

mente grave la inexistencia de becas nacionales que apoyen la investigación.

5. Tipos y áreas de investigación

La clasificación de la investigación realizada en el país, generalmente se ha enfocado a identificar las áreas académicas más implicadas en cada trabajo. Otra tendencia consiste en el señalamiento de los campos de aplicación, real o potencial, de los resultados de la investigación. El primer criterio concierne principalmente al especialista de la respectiva ciencia, el segundo tiene un valor práctico.

El proceso investigativo que se inicia en la generación de conocimientos científicos y tecnológicos, y que termina en realizaciones concretas de valor económico, nos permite hablar de tres tipos de actividades investigativas:

- a) investigación básica o fundamental;
- b) investigación dirigida hacia la aplicación, y
- c) desarrollo experimental.

La investigación en ciencias básicas está relacionada con la generación de conocimientos científicos y tecnológicos y con la etapa que tiene componentes sociales, económicos y técnicos. Esta implica la toma de decisiones, planes de acción y la ejecución misma del proyecto. La Figura 11 presenta una comparación basada en este esquema entre diferentes países y Colombia⁶. Contrariamente a lo que se opina, en Colombia la mayor parte de la actividad investigativa se concentra en la investigación aplicada, evidencián-

dose poca investigación básica y particularmente, muy bajo desarrollo experimental. En otras palabras, las investigaciones en Colombia llegan en muy pequeña proporción a la etapa de desarrollo experimental y, por consiguiente, tienen poco efecto sobre el sistema económico. Esto no debe ser interpretado en forma negativa, restando todo mérito a labores investigativas realizadas; tan solo, nos indica que las etapas del proceso pleno de investigación están incompletas.

El criterio fundamental en la evaluación de la investigación reside en la calidad de la investigación y ésta se mide por su originalidad, independientemente del tipo de investigación realizada, sea esta aplicada o teórica.

6. Publicaciones

La deficiente difusión de los trabajos científicos nacionales desestimula la investigación, aísla a los investigadores y le resta importancia a los resultados obtenidos.

El principal problema de las revistas científicas colombianas radica en su falta de continuidad y, en algunos casos, en la diversidad de los temas incluidos en cada publicación, es decir, a una falta de especialización de las revistas. Esto dificulta extraordinariamente cualquier investigación bibliográfica.

Buena parte de los trabajos de investigación en Ciencias Básicas son desconocidos y permanecen como tesis de grado, en las bibliotecas de las respectivas universidades. Se recomienda elaborar y difundir resúmenes de las tesis de grado en una forma sistemática a un nivel nacional.

También es importante coleccionar los resúmenes de los trabajos de investigación presentados en Congresos y Simposios Nacionales. Por consiguiente la elaboración de un abstracto nacional de ciencia y tecnología, se hace deseable a corto plazo.

Para terminar, las ideas expuestas son, en gran parte, un resumen de los trabajos citados y muchos de los

diagnósticos y sugerencias presentadas han sido el fruto de discusiones sostenidas por los miembros del Consejo Nacional de Ciencias Exactas y Naturales.

También deseo expresar mis agradecimientos a los organizadores de este Seminario, y en especial a COLCIENCIAS por invitarme a participar en este certamen.

BIBLIOGRAFIA

1. ALVAREZ, J. Las Ciencias Exactas y Naturales en la Universidad Colombiana en Ciencia, Tecnología y Desarrollo. 5, 393. Bogotá, 1983.
2. BATEMAN, A. Desarrollo de las Ciencias Básicas en Colombia. Prociencia. 5, 7. 1978.
3. BUNGE, Mario. La función de la Ciencia Básica en el Desarrollo Nacional en Ciencia, Tecnología y Desarrollo. 4, 115. 1980.
4. COLCIENCIAS. Plan de Concertación Nacional en Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. 1983-1986. Programa de Ciencias Básicas. 1983.
5. CORREDOR, C. Estudio Base de las Ciencias Biológicas en Colombia. Programa de Mejoramiento E. ei. en Ciencias Básicas. 1983.
6. CHAPARRO, Fernando. La Investigación en la Universidad Colombiana. COLCIENCIAS. 1978.
7. GALAN, R., BARRERA, L. Preseminario sobre Integración Universitaria en Ciencias Básicas Médicas. 1983.
8. GALEANO, Y. Estudio del estado actual de la docencia e investigación en los Departamentos de Física del país y algunas proyecciones. Programa de Mejoramiento E. ei. en Ciencias Básicas. 1980.
9. HERMELIN, M. Situación de la Geología en Colombia. Programa de Mejoramiento E. ei. en Ciencias Básicas. 1983.
10. PUERTA, J. Las Carreras de Química en Colombia. Programa de Mejoramiento E. ei. en Ciencias Básicas. 1981.
11. TAKAHASHI. Informe sobre la situación de la Matemática en Colombia. Programa de Mejoramiento E. ei. en Ciencias Básicas. 1981.

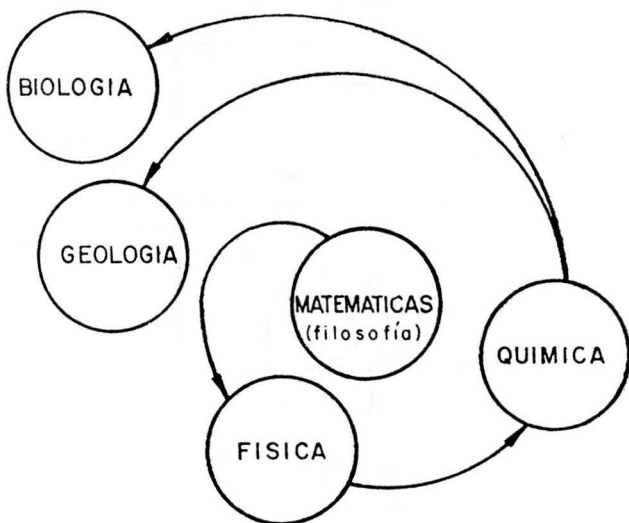


FIG. 1. DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA FUNDAMENTACION DE LAS CIENCIAS BASICAS

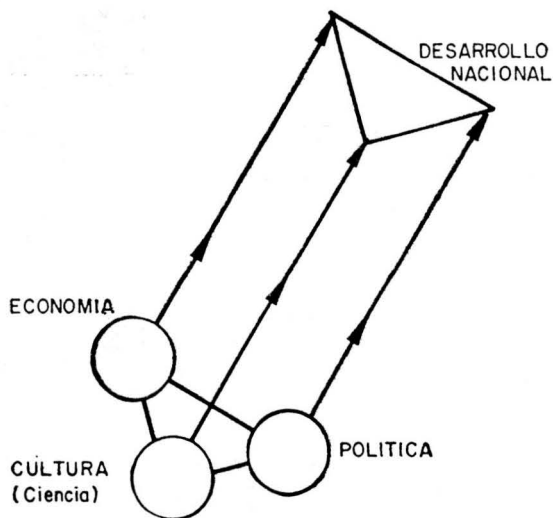


FIG. 2. PROYECCION DEL DESARROLLO EQUILIBRADO INTERRELACION DE LOS SECTORES PRIMARIOS

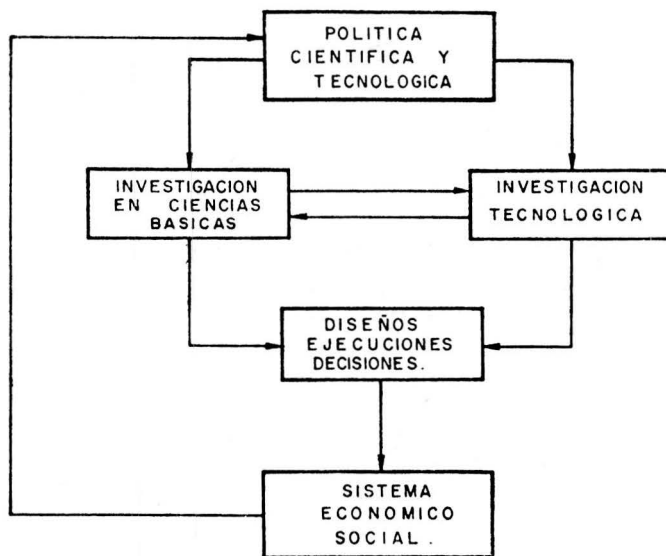


FIG. 3. ETAPAS EN EL PROCESO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO (R&D EN INGLES)

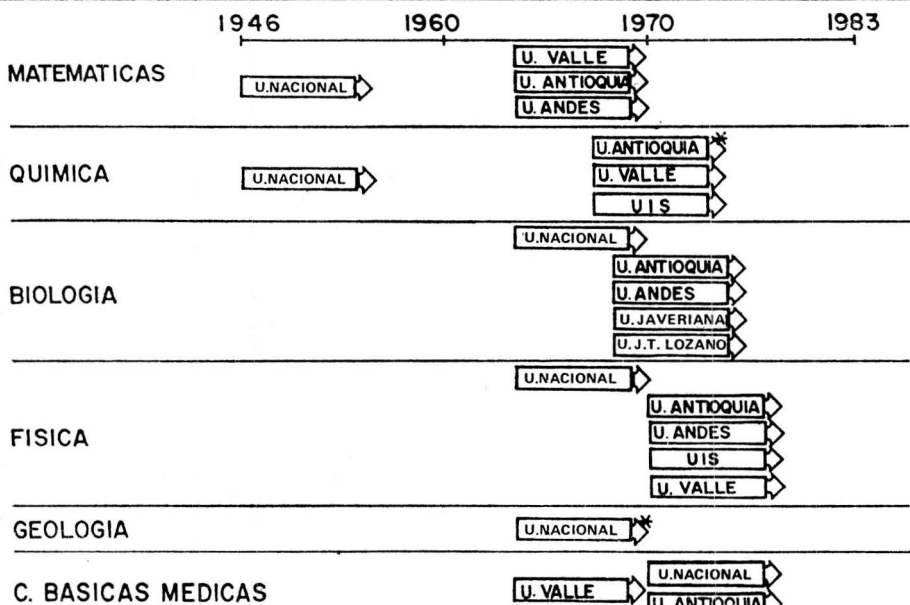


FIG. 4. CARRERAS DE CIENCIAS POR SUBAREAS E INSTITUCIONES. ORDEN CRONOLOGICO.

* Indica que no hay estudios de posgrado.

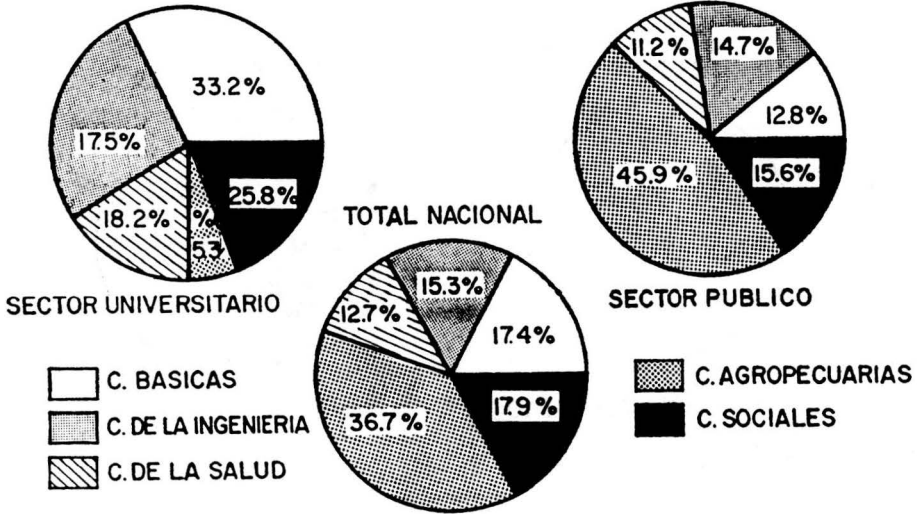


FIG. 5. GASTOS EN INVESTIGACION POR SECTORES DE EJECUCION Y AREAS DE LA CIENCIA: 1977.

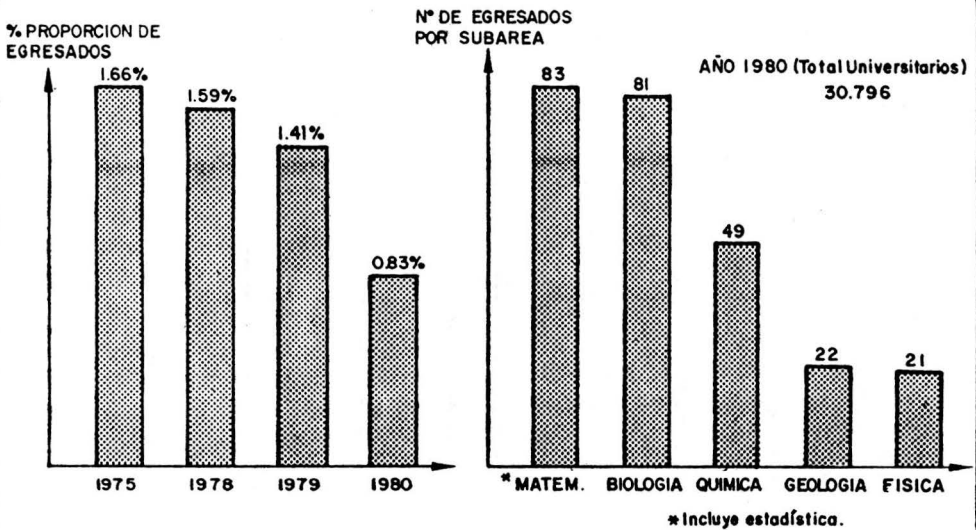
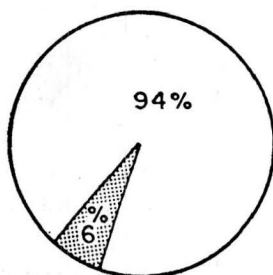
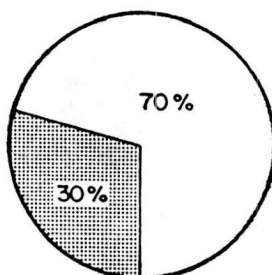


FIG. 6. PROPORCION DE EGRESADOS EN CIENCIAS BÁSICAS.

U. PUBLICA



U. PRIVADA



□ TIEMPO COMPLETO
▨ TIEMPO PARCIAL

FIG. 7. DEDICACION DE LOS PROFESORES DE CIENCIAS BASICAS (1981).

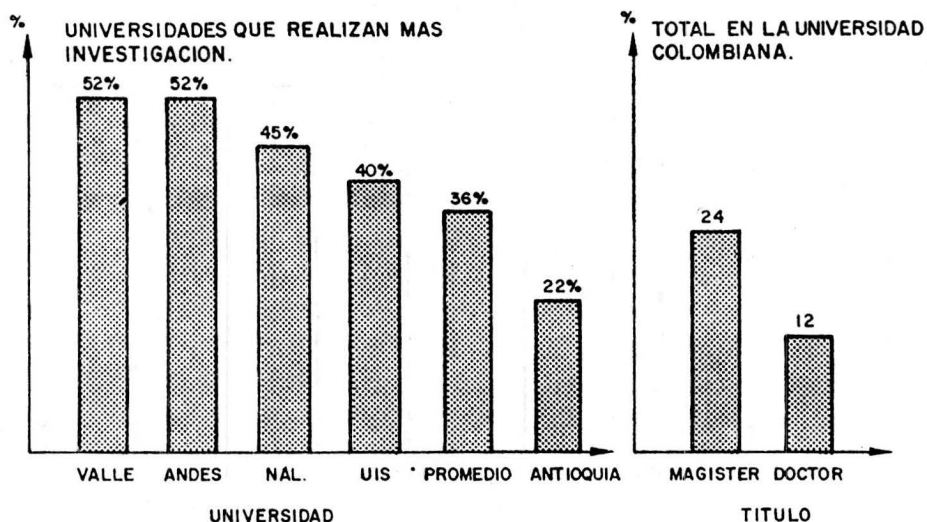


FIG. 8. PROPORCION DE PROFESORES CON TITULO DE POSGRADO EN CIENCIAS BASICAS (1981).

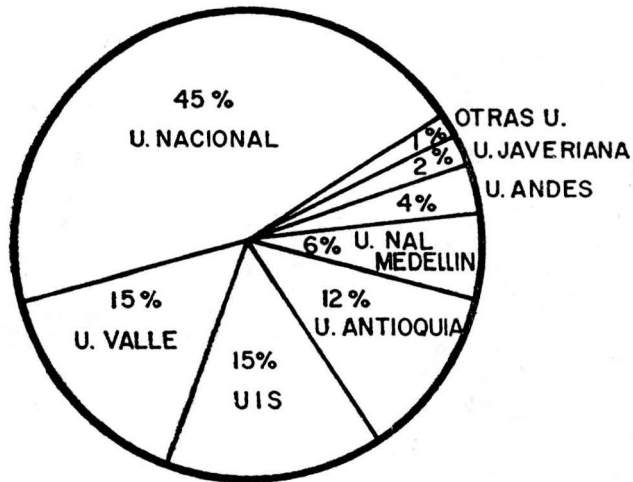


FIG. 9. INVESTIGACION POR UNIVERSIDADES (1977)
% DE PROYECTOS REALIZADOS EN CIENCIAS BASICAS.

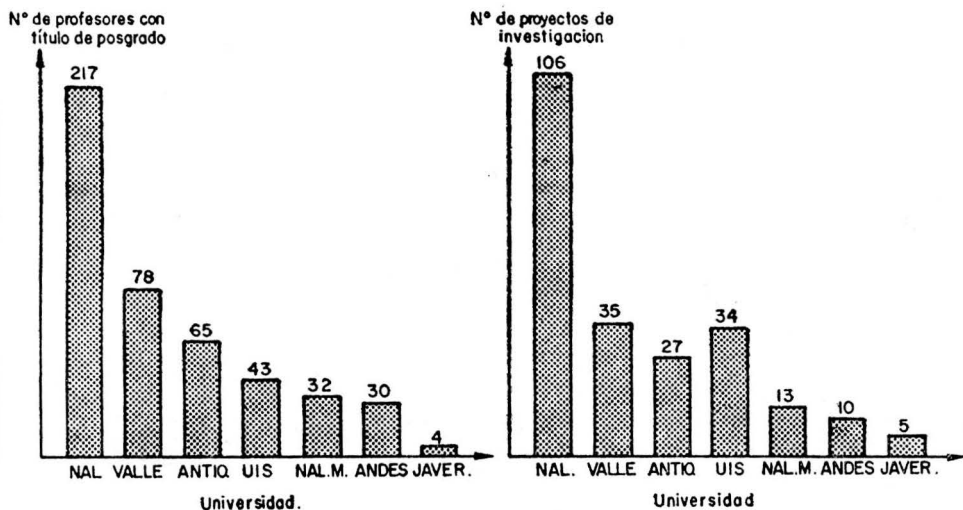


FIG. 10. CORRELACION ENTRE Nº DE PROFESORES CON TITULO DE POSGRADO Y Nº DE PROYECTOS.

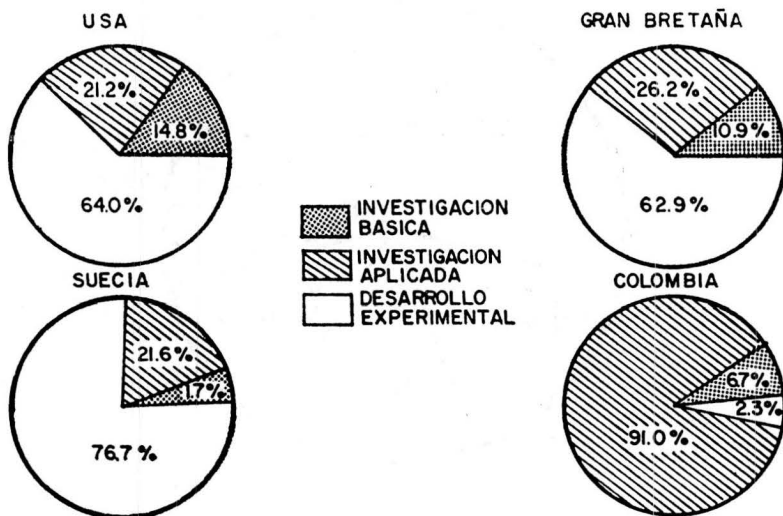


FIG. II. GASTOS EN INVESTIGACION SEGUN TIPO DE INVESTIGACION: COMPARACIONES INTERNACIONALES