

COL
00060
V. 2

Ministerio de Educación Nacional

SEMINARIO SOBRE
CIENCIA Y TECNOLOGIA
PARA EL DESARROLLO

Trabajos Presentados en Español y en Inglés

P809

83.000= 31-10-96

Informe final, en español y en inglés,
preparado en el Instituto de Ciencias
de Bogotá por el Grupo Administrativo
de la Organización del Seminario.

Los Trabajos editados en este volumen
fueron impresos en los dos idiomas, de
acuerdo al texto original enviado por
sus autores.

I N D I C E

Página No.

1.- Política Científica y Desarrollo Económico. Harrison Brown	1
2.- Notas sobre la necesidad de una Política Integral Científica y Tecnológica en Colombia. Gabriel Betancur Mejía	15
3.- Problemas de Orden Técnico que Influyen en el Desarrollo del Sector Agropecuario. Enrique Blair Fabris	23
4.- Análisis de los Problemas de Orden Técnico que afronta el País para su Desarrollo en el Sector Agropecuario. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)	29
5.- Recursos Naturales no Renovables de Colombia. Darío Suescún	41
6.- Análisis de los Problemas que Afronta el País para el Desarrollo de la Investigación. Sven Zethelius	47
7.- Análisis de los Problemas que Afrontan las Universidades Colombianas para el Desarrollo de la Investigación. Ramiro Tobón R.	57
8.- Investigación Científica y Técnica para la Industria en Colombia. Gabriel Poveda Ramos	69
9.- Solución de los Problemas de la Industria y el Gobierno mediante un Instituto de Investigaciones. Karl Folkers	95
10.- Cómo está la Investigación Educativa en Colombia. Universidad del Valle	99
11.- El uso de las Comunicaciones por Satélites para la Difusión de Programas Instructivos de Televisión. William Bollay	107

.....

POLITICA CIENTIFICA

Y

DESARROLLO ECONOMICO

Harrison Brown

POLITICA CIENTIFICA Y DESARROLLO ECONOMICO

HARRISON BROWN

1. Para qué la ciencia y la ingeniería?

Se está haciendo cada vez más evidente el hecho de que la investigación y el desarrollo han desempeñado desde hace mucho tiempo un papel importante en el desarrollo económico y social de los países más avanzados tecnológicamente. La revolución científico-industrial llevó a Europa muy adelante del resto del mundo en materia económica. Más recientemente, hemos visto extenderse a los Estados Unidos, Rusia y el Japón la industrialización y los altos niveles de producción, y consumo per cápita. En este proceso, la investigación y el desarrollo han dado lugar a un continuo flujo de métodos perfeccionados para el cumplimiento de objetivos.

El sector agrícola de la economía norteamericana ofrece un excelente ejemplo de cómo la investigación y el desarrollo pueden originar ganancias económicas. Estudios recientes han demostrado que la recompensa por inversiones en investigación agrícola en los Estados Unidos ha sido muy grande, ya que en promedio alcanzó aproximadamente el 100 por ciento anual durante el siglo pasado, y las recompensas por la sola investigación sobre maíz híbrido han llegado hasta quizá el 700 por ciento anualmente. Durante el último siglo, también el Japón ha logrado recompensas muy altas por sus gastos de investigación agrícola.

El rápido crecimiento del sector no agrícola de la economía norteamericana no se puede de ninguna manera explicar satisfactoriamente sobre la sola base de los elementos clásicos y aceptados del crecimiento económico: capital, mano de obra y tierra. El elemento que falta es uno que se ha llamado "innovación", "cambio técnico", "progreso científico y de ingeniería", "investigación y desarrollo" o "avance de los conocimientos", e incluye, casi indudablemente, un creciente conocimiento y comprensión de sistemas administrativos y mejoras en la educación y adiestramiento de personal trabajador. Aunque los economistas están en desacuerdo sobre la importancia de este elemento, estudios recientes indican que a lo largo de los años ha originado quizá el 50% del crecimiento anual de la economía norteamericana, y quizá aún más.

Los países más pobres se han demorado en compartir el flujo de riquezas que se ha hecho posible gracias a la revolución científico-industrial. Las razones de ello son complicadas y escasamente comprendidas, más parece que una de las causas consiste en que los países más pobres no han desarrollado bases científicas adecuadas. El difunto Homi Bhabha, que hizo tanto por desarrollar la ciencia en la India, resumió la situación en forma muy descriptiva en 1966 cuando afirmó que: "El problema de desarrollar a los países subdesarrollados es el problema de establecer en ellos la ciencia moderna y de convertir sus economías en economías basadas sobre la ciencia y la tecnología modernas".

La mayoría de nosotros reconocemos que el problema del desarrollo económico de los países pobres es sumamente complejo y que requiere multiplicidad de acciones. Hay que modernizar la agricultura, construir carreteras, estudiar y analizar los recursos, diseñar y construir fábricas, establecer sistemas de distribución, construir escuelas y universidades, adiestrar profesores, establecer servicios de salud y modificar instituciones sociales y políticas.

A lo largo de este proceso, los dirigentes tienen que adoptar una serie de decisiones complejas y difíciles. Con demasiada frecuencia, carecen de la combinación necesaria de criterio y conocimientos para tomar decisiones acertadas; y a menudo, el conocimiento indispensable sencillamente no está disponible.

Una economía basada en la tecnología tiene que estar apoyada por una buena capacidad para resolver problemas que abarquen una amplia gama de actividades desde el manejo de la economía hasta la ingeniería y la ciencia. Esta capacidad es necesaria si se van a obtener soluciones a los problemas de desarrollo a medida que éstos van surgiendo. Son demasiados los planes de desarrollo que hacen a un lado o que dan escasa prioridad a esta necesidad.

La creación de una capacidad nacional para resolver problemas significa en realidad la creación de la capacidad para emprender investigación y desarrollo. Implica la formación de grupos de ingenieros y científicos que puedan aplicar sus talentos a los problemas de desarrollo, y también implica la creación de institutos que permitan a los científicos e ingenieros trabajar en forma eficaz.

Se afirma a menudo que siendo verdad que la investigación y el desarrollo ha contribuido notablemente al desarrollo económico de los países más ricos, los más pobres pueden resolver ahora la mayoría de sus problemas técnicos de desarrollo simplemente mediante la importación de la tecnología necesaria desde otros países más avanzados científicamente. Si así fuera, entonces no habría necesidad de que los países más pobres intentaran aumentar sus propias capacidades científico-tecnológicas. A veces se agrega el argumento de que los países pobres deberían al menos posponer sus intentos de crear establecimientos científicos nacionales de alto nivel, inclusive facilidades adecuadas para la investigación y el adiestramiento a nivel post-graduado, entre tanto no esté en buen pie el proceso de desarrollo.

La práctica ha desmentido en gran parte este punto de vista. Por ejemplo si se van a importar tecnologías, debe haber personal capacitado para tomar decisiones buenas y bien fundamentadas con respecto a que tecnologías son las más apropiadas, y los extranjeros rara vez se encuentran tan familiarizados con los problemas de un país como los propios ciudadanos. Además una tecnología dada, esta diseñada generalmente para un determinado medio físico, económico y social y a menudo resulta inapropiada en otros medios. En estas circunstancias, es aconsejable modificar las tecnologías que se trasladan de un medio a otro. Además, muchos de los problemas que se presentan en el proceso de desarrollo sencillamente no se pueden resolver desde fuera del medio en que surgen.

Aquí los ejemplos más claros los de la agricultura. Los problemas relativos al aprendizaje de cómo producir cultivos en la cuenca amazónica no pueden ser resueltos en Europa ni en los Estados Unidos, sino que tienen que resolverse en la misma cuenca amazónica. La Fundación Rockefeller reconoció este principio cuando ayudó al gobierno mexicano a instituir un programa a largo plazo destinado a incrementar la producción agrícola del país. La Fundación se dio cuenta de que la tecnología norteamericana no se podría trasladar directamente a la solución de los problemas mexicanos. Sin embargo, los métodos de resolución de problemas desarrollados en los Estados Unidos si se podrían aplicar en México, y a lo largo de 20 años el esfuerzo conjunto contribuyó a incrementar el rendimiento promedio de trigo desde 11 hasta 37 "bushels" (medida de áridos equivalente a 35 litros) por acre. Simultáneamente, se formó un grupo de jóvenes científicos y dirigentes mexicanos sobresalientes, que actualmente están desarrollando un programa nacional bien organizado de investigación agrícola.

Debido en parte a los resultados de la experiencia mexicana, está bastante aceptado el hecho de que los programas de investigación agrícola constituyan un elemento esencial de cualquier programa de mejoras agrícolas bien concebido. Esto da lugar a la necesidad de adiestrar científicos agrícolas ya sea dentro o fuera del país, y también a la necesidad de producir dirigentes investigadores y de crear un medio intelectual propicio a la investigación.

Estos principios se han aplicado con éxito en el sector agrícola de varios países más su aplicación en otros sectores de la economía ha sido muy lenta. Esta omisión ha sido en parte el resultado de una confianza implícita por parte de los planificadores, de que la tecnología se puede trasladar intacta y con éxito de un medio a otro. Otra causa parcial ha sido que los dirigentes no reconocen que en sectores tales como el estudio y la evaluación de recursos el desarrollo industrial, la urbanización, los transportes, las comunicaciones y la salud pública, inevitablemente surgirán problemas que deben resolverse localmente y que son demasiado numerosos para ser resueltos por especialistas traídos del exterior.

Se afirma con frecuencia que las tasas inadecuadas de crecimiento económico per cápita que actualmente son características de las regiones subdesarrolladas del mundo, se deben primordialmente a la insuficiencia de ahorros nacionales y a que el traspaso de capital de los países ricos a los pobres es también insuficiente. En un sentido muy real, esto es cierto. Sin embargo, debemos reconocer que si por algún milagro aumentara grandemente (por ejemplo hasta el doble) el capital público y privado disponible para invertir en los países en desarrollo, surge la duda muy grave de que si se podrían o no utilizar rápida y eficazmente los fondos adicionales. Como hemos visto, sencillamente no hay en estos países suficientes individuos con el adiestramiento y la experiencia necesarios para adoptar las decisiones difíciles, para resolver el gran número de problemas complejos y para realizar la labor misma de desarrollo. Hasta que punto se puede reducir esta deficiencia mediante la utilización de personal extranjero capacitado, es algo que debe tomarse en cuenta, aunque tiene ciertos límites. Debemos reconocer que uno de los principales factores que indican que en la tasa de desarrollo de los países pobres es la tasa a la que puedan

producir personal adecuadamente adiestrado. A la larga, parece que las tasas de desarrollo estarán más limitadas por la escasez de personal adecuado que por la escasez de dinero.

2. Cuántos científicos?

El estado actual de nuestros conocimientos no permite calcular a priori el número ideal de científicos que debería tener determinado país en función de tiempo; sin embargo, si es posible establecer algunos principios que nos guíen en nuestros cálculos. Además podemos aprovechar las experiencias de los países recientemente desarrollados, particularmente la Union Soviética, el Japón y los Estados Unidos.

El número de científicos e ingenieros necesarios se puede calcular fundamentalmente con base en los problemas de desarrollo que afronta el país. Aquí se asume principio práctico que en un país en desarrollo, prácticamente todos los esfuerzos de investigación y desarrollo deben estar orientados hacia la solución de problemas estrechamente relacionados con el desarrollo económico de la región.

En el sector agrícola, un cálculo del número de científicos requeridos debe tomar en cuenta la extensión de la tierra arable (incluyendo tierras arables en potencia con la ayuda de irrigación, abonos y pesticidas), la diversidad de condiciones del terreno y clima, la densidad de población (en relación con las tierras arables y potencialmente arables), la contribución de los agricultores al producto bruto nacional y la importancia de la exportación agrícola en la economía. Las experiencias en investigación agrícola de los países recientemente desarrollados a lo largo del último siglo se pueden aprovechar para evaluar en forma general la importancia relativa de estos diferentes factores y para calcular el número de técnicos agrícolas requeridos si se ha de mantener un progreso investigativo proporcional a las necesidades. Como es lógico, el cálculo así obtenido generalmente será una cifra mucho mayor que el número de técnicos agrícolas actualmente disponibles. El siguiente paso es estudiar los medios por los cuales se pueden producir el número necesario de científicos, y al hacer esto deben resolverse tres preguntas importantes: Que recursos se pueden asignar razonablemente a esta labor? Qué ayuda se puede esperar del exterior dentro de los términos razonables?Cuál sería un plazo razonable para lograr este objetivo?

Se pueden hacer cálculos similares en otros sectores. El número de científicos necesarios para investigación pesquera dependerá de la extensión de la costa y de la demanda de productos marinos. El número necesario para investigación en salud dependerá de la población, la diversidad de problemas graves de salud y la importancia relativa de dichos problemas como inhibidores del desarrollo económico y social. El esfuerzo dedicado a la investigación industrial dependerá de la capitalización total y la diversidad de industrias en el país.

Quizá sea útil considerar un ejemplo específico en más detalle. Tomemos la geología. El número de geólogos, geofísicos y trabajadores profesionales auxiliares debería ser más o menos proporcional al área del país naturalmente, con las modificaciones originadas por la variedad de

condiciones geológicas. En 1966 los Estados Unidos tenían aproximadamente 20.000 geólogos, lo cual significa aproximadamente 2,6000 geólogos por millón de Km². La experiencia indica en forma bastante segura que ésta no es una población "de lujo". Desde 1952 el "plazo de duplicación" para geólogos ha sido en promedio de 18 años.

Comparemos ahora la densidad de población de geólogos en los Estados Unidos con las densidades en ciertos países latinoamericanos.

<u>País</u>	<u>Número de geólogos por millón de Km²(1966)</u>
Brasil	94
Mexico	127
Chile	143
Perú	240
Colombia	254
EE.UU.	2.600 (1966); 1.500(1952)

Dejando a un lado las correcciones de detalle relacionados con los complejos factores geológicos de las regiones, parece que en la mayoría de los países latinoamericanos el número de geólogos bien adiestrados deberían aumentarse hasta un número entre 10 y 20 veces mayor al actual. Es evidente que un incremento tan grande no se puede lograr en forma instantánea. Cuando consideramos que se requiere una generación para instruir a un científico, entonces un plazo de duplicación de 10 años no parece ser excesivamente largo. Esto implicaría la necesidad de plazos quizá del orden de 30 a 50 años para elevar el número de geólogos hasta el nivel adecuado.

Es importante señalar que siguiendo las indicaciones arriba mencionadas mientras avanza el desarrollo aumentará el esfuerzo investigativo global y se modificará el énfasis relativo de las investigaciones. En un país de carácter principalmente agrícola, la mayor parte de los esfuerzos investigativos estará orientada hacia los problemas de agricultura, además de salud, obras públicas y estudio de recursos. A medida que aumenta la capitalización de la industria, la inversión en investigación industria y desarrollo también aumentaría y llegaría a ser predominante cuando el país alcanzara altos niveles de industrialización.

3. Cuántos ingenieros?

La necesidad de ingenieros, como la necesidad de científicos, debería calcularse en función de los problemas y requerimientos en los sectores individuales de la economía como agricultura, tecnología de alimentos, transporte, comunicaciones e industria. También aquí se puede hacer buen uso de las experiencias de los países recientemente desarrollados.

En los Estados Unidos, el número de ingenieros se ha elevado desde 50.000 a principios del siglo hasta más de 800.000 en 1960 y para 1970 se calcula en 1.100.000 lo cual corresponde a un ingeniero para cada 200 habitantes aproximadamente. Hasta mediados del siglo, la proporción de ingenieros con relación a científicos se mantuvo muy cerca de 3. Desde 1950 la proporción se ha ido reduciendo y ahora es alrededor de 2, fenómeno que requiere un análisis cuidadoso pero que podría indicar que en tiempos anteriores el volumen de investigación emprendida estaba por debajo del nivel requerido para obtener el mejor progreso dentro de los recursos humanos técnicamente adiestrados y disponibles. Mirando hacia atrás, parece sumamente improbable que los Estados Unidos hubieran tenido una superabundancia de ingenieros.

La población total de científicos e ingenieros en los Estados Unidos aumentó desde el 0.4% de la mano de obra no agrícola en 1900, hasta alrededor de 2% en 1960; y la proporción sigue aumentando exponencialmente, lo cual es un indicio claro de la complejidad tecnológica cada vez mayor en esa sociedad. Parece haber una relación evidente entre esta proporción y la proporción de mano de obra dedicada a actividades no agrícolas, lo cual es también un indicio del nivel de complejidad tecnológica de la sociedad.

Si los países en desarrollo intentaran imitar la experiencia norteamericana, el número "necesario" de ingenieros y científicos no pasaría del 0.1% de la mano de obra no agrícola, teniendo en cuenta la proporción relativamente baja de mano de obra dedicada a labores no agrícolas en la mayoría de las zonas. Esto casi seguramente representaría un límite menor para los objetivos inmediatos de tales países. En primer lugar, los países en desarrollo tienen que operar con niveles tecnológicos bastante más complejos que los que afrontaban los Estados Unidos a mediados del siglo XIX. En segundo lugar, los países pobres, esperan desarrollarse a mayor ritmo de lo que hicieron los Estados Unidos. Y tercero, que el sistema científico-ingeniero en los Estados Unidos fue creciendo sin que se hiciera esfuerzo alguno por planificar su crecimiento. Mirando hacia atrás, parece probable que antes de la segunda guerra mundial no había suficiente investigación en dicho país. Si hubiera habido más investigación y desarrollo, probablemente se habría producido una demanda de ingenieros igualmente mayor para convertir en realidad los descubrimientos de los laboratorios y plantas pilotos.

En vista de estas consideraciones parece lógico que los objetivos inmediatos de los países pobres consisten en formar grupos de ingenieros y científicos correspondientes a aproximadamente el 0.5% de la mano de obra no agrícola, y que los objetivos a más largo plazo sean los de aumentar esta proporción hasta el 2 por ciento aproximadamente. Naturalmente, las metas precisas se determinarían mediante un cuidadoso análisis de sector por sector.

Finalmente, debemos señalar otro fenómeno en los Estados Unidos y otras partes, que es de especial importancia para los países en desarrollo: a lo largo de las últimas décadas ha habido un aumento notable en la proporción de ejecutivos comerciales con títulos en ciencia e ingeniería. En 1900, solo el 7% de los ejecutivos eran científicos e ingenieros, y en 1964 esta cifra se había elevado al 33%, casi cinco veces más. Como corolario, ha habido una

notable disminución en la proporción de ejecutivos con experiencia basadas en derecho o actividades bancarias, lo que es otro indicio de la creciente complejidad tecnológica de las decisiones que hay que tomar.

Evidentemente, los países en desarrollo deben capacitar a científicos e ingenieros no sólo para emprender investigación y desarrollo y las actividades tradicionales de ingeniería, sino que deben adiestrarlos también con la idea de que una notable proporción de ellos llegarán a ocupar puestos ejecutivos en la industria y el gobierno.

4. Cuánta investigación y desarrollo?

El costo total del esfuerzo de una nación en investigación y desarrollo tanto en sector privado como en el público, se puede calcular en función de los números de científicos que se consideran necesarios. El costo total dependerá de varios factores de los cuales los más importantes son los siguientes:

1. El salario, que está relacionado con la estructura salarial del país.
2. El costo de auxiliares de investigación y otros ayudantes, relacionado también con la estructura salarial del país.
3. El costo de la planta física, que también se relaciona en gran medida con la estructura salarial.
4. El costo de equipos y suministros, que es proporcional al número de trabajadores científicos. En vista de que la mayoría de los suministros y equipos, incluyendo los libros, vienen del exterior, la cuestión de cambio de divisas extranjeras y la de ayuda externa revestirán gran importancia.

El problema de escalas salariales para investigadores e ingenieros es de suma importancia. Los salarios deben ser lo suficientemente altos para que el personal no se vea en la necesidad de ocupar dos puestos simultáneamente; deben ser lo suficientemente altos para hacer prestigiosa la profesión de investigador estimulando así a los estudiantes secundarios y universitarios a elegir la ciencia o la ingeniería como profesión. Por último, los salarios deben ser lo suficientemente altos para evitar la emigración de científicos e ingenieros altamente calificados a los países de mayor avance tecnológico.

No tiene mucho objeto realizar el costoso proceso de capacitar científicos investigadores si no hay una política clara para apoyar satisfactoriamente su labor investigativa. Se les debe suministrar ayuda y facilidad de laboratorios adecuadas. Debe haber disponibilidad de divisas extranjeras para la adquisición de equipos y suministros. Debe haber personal y facilidades de mantenimiento de equipos, son esenciales las bibliotecas técnicas bien dotadas y administradas. Debe suministrarse asistencia administrativa para agilizar órdenes, reparaciones, entregas y para reducir a un mínimo, simplificar o evitar la burocracia que con demasiada frecuencia hace más lento o aún detiene el progreso de la investigación.

En los Estados Unidos, una regla general muy útil es que se requiere una suma anual equivalente al salario del investigador para pagar su equipo, suministros y apoyo general. Esto no incluye el costo de la planta física ni los costos iniciales de la biblioteca técnica. Esta proporción bien

podría ser bastante mayor en los países en desarrollo debido principalmente a que la mayoría de los equipos y suministros se adquieren en el exterior.

Una vez calculado el presupuesto total de investigación y desarrollo utilizando normas como las mencionadas arriba, debe modificarse para tomar en cuenta la diversa competencia por los escasos recursos. Aun cuando se tome en cuenta la gran demanda para los recursos disponibles por parte de varios sectores de la economía, no parece probable que una evaluación consciente de las necesidades investigativas de lugar a una recomendación para gastos de investigación y desarrollo equivalente a menos del uno por ciento del producto bruto nacional, al menos en la mayoría de los países pobres.

Hoy en día, los países más avanzados tecnológicamente gastan entre el uno y el tres por ciento de su producto bruto nacional en investigación y desarrollo. La proporción dedicada actualmente por los países subdesarrollados es por lo menos 10 veces menor.

5. Cuánta investigación básica?

Las experiencias de países recientemente desarrollados indican que si ha de progresar la investigación aplicada se debe dedicar una proporción limitada del esfuerzo investigativo nacional a la de investigar y que no está orientada hacia ningún objetivo particular de orden práctico. Si se acepta que este principio es fundamentado, surge la cuestión de qué proporción del presupuesto nacional para investigación se debe asignar a tales actividades. En un extremo están las naciones que consideran la investigación básica como un lujo y prácticamente no le dan apoyo. En el otro extremo hay algunas naciones donde se hace bastante investigación básica de alto nivel, pero donde no hay prácticamente investigaciones encaminadas hacia la solución de los problemas del país. Ambos extremos son malos.

Casi sobra decir que la calidad de la investigación aplicada, sea ella patrocinada por el gobierno o por la industria, depende de la calidad de la educación impartida a los científicos investigadores. Un componente integral y esencial de la educación de un científico es la participación activa en investigaciones de alto nivel y en sus actividades corolarias: libre intercambio de ideas atractivas; exposición a críticas de los superiores; exposición a críticas de la comunidad científica internacional. Aun en el nivel pregraduado es importante exponer a los estudiantes a la atracción de la investigación.

Durante la fase inicial del desarrollo de una actividad nacional de investigación y desarrollo, los jóvenes científicos en potencia recibirán educación a nivel graduado en el exterior, quizá en Europa o Norteamérica. Pero deben hacerse todos los esfuerzos por establecer lo más pronto posible, programas nacionales de educación a nivel de graduados. Esto significa que se deben iniciar en las universidades programas investigativos de alta calidad.

En general, se puede decir que la mayor parte de la investigación básica se debería hacer en las universidades. No tiene nada de malo el hacer investigación aplicada en las universidades también, pero la mayor parte de los esfuerzos de un país en investigación aplicada tendrá lugar en laboratorios gubernamentales e industriales establecidos para ese fin. Pero una de las responsabilidades primordiales de la universidad es fomentar la investigación básica de manera que logre un verdadero avance.

En cuanto a actividades de investigación básica en las universidades de los países en desarrollo, es importante recordar que la comunidad científica internacional no tolera una doble norma en ciencias: es decir, una para los países avanzados y otra para los no avanzados. En las ciencias básicas no hay sino una norma: la norma mundial, de manera que cuando se inicie un programa de investigación básica en una universidad, es importante que éste sea de tan alta calidad como los programas similares realizados en cualquier país avanzado.

En general, si un programa determinado de investigación básica en una universidad va a ser factible y de alta calidad, debe contar con varios factores:

1. Debe haber una "masa crítica" de científicos de alto nivel que puedan interactuar.
2. Los científicos no deben estar aislados del mundo exterior. Deben tener contacto frecuente con científicos en los mismos ramos de los países tecnológicamente más adelantados.
3. Debe existir un apoyo adecuado, constante y previsible para asistencia, equipos y suministros.
4. Deben existir facilidades adecuadas para la investigación.

Si faltare alguno de estos elementos, lo más probable es que el programa resulte un fracaso. Pero sin duda el factor más importante serán los mismos científicos; algunos podrán ser jóvenes que han sido enviados al exterior para recibir adiestramiento a nivel graduado; y otros podrán ser científicos jóvenes de los países más avanzados que estén dispuestos a pasar algunos años en un país en desarrollo, en las circunstancias adecuadas, para ayudar a realizar un programa de investigaciones.

Desde el punto de vista de mantenimiento de contacto con el mundo exterior, será deseable en muchos casos que un grupo investigador establezca relaciones de trabajo a largo plazo con un grupo correspondiente en uno de los países más avanzados, con el cual pueda intercambiar profesores y estudiantes graduados en forma continuada. En los pocos casos en que se han entablado tales relaciones, los respectivos programas han tenido mucho éxito.

Ante la escasez de recursos disponibles para investigación básica, es necesario ejercer gran criterio selectivo al escoger las universidades y áreas de investigación en que se va a realizar educación a nivel graduado. Los primeros esfuerzos deberían concentrarse en unas muy pocas instituciones de la más alta calidad. En cuando a áreas de esfuerzo, parece aconsejable evitar los ramos de estudio que implican costos de capital particularmente

altos por unidad de rendimiento investigativo (p.e. física de alta energía) Se debería dar alguna preferencia a aquellos ramos que el país, por su medio, ofrece oportunidades investigativas poco comunes (p.e. la geofísica en el Perú o la química de productos naturales en el Brasil). Igualmente, se debe dar preferencia a aquellos ramos que tienen alguna relación con actividades de desarrollo (p.e. física del estado sólido si se está planeando una industria electrónica; química orgánica si se van a fabricar productos farmacéuticos; geología si hay un alto potencia mineralógico).

En cuando a nivel de apoyo a actividades de investigación básica, debe adoptarse el criterio de que en vista de su importancia para el desarrollo de la educación superior debería recibir todo el apoyo posible compatible con el concepto de que los objetivos nacionales primordiales en el campo de investigación y desarrollo son de orden práctico, como por ejemplo agricultura, recursos, salud e industria. En otras palabras, se debe permitir que el mayor número posible de investigadores de alto nivel se dedique a la investigación básica sin perjuicio de las necesidades presentadas por los principales problemas prácticos. Reducida a términos cuantitativos, una asignación para investigación básica equivalente al uno por ciento del presupuesto nacional total de investigación y desarrollo, sería demasiado poco; una asignación de 50% sería demasiada. Una de cerca del 10% sería más o menos lo indicado.

6. Qué tan alta la rata de crecimiento?

Desde comienzos de este siglo la población de científicos e ingenieros en los Estados Unidos se ha duplicado aproximadamente cada 15 años. En la Union Soviética, mediante la utilización de planeación y controles rígidos, el personal investigativo y académico aumentó más o menos a esa misma rata entre 1940 y 1950, a pesar de la interrupción causada por la guerra. Entre 1950 y 1955 el plazo de duplicación fue 11 años y entre 1955 y 1960 fue de 8 años.

La reducción del plazo de duplicación para la formación de científicos investigadores bien capacitados hasta bastante debajo del nivel de 10 años, parece ser una tarea sumamente difícil. Se pueden considerar formas de acortar el plazo, especialmente en las fases iniciales cuando se puede obtener una buena proporción del adiestramiento a nivel graduado en el exterior. Pero a la larga, parece que un plazo de duplicación de 10 años constituye practicamente el mínimo que debe tenerse en cuenta para fines de planeación.

Debemos tener en cuenta que se requieren aproximadamente 25 años para formar a un científico o ingeniero competente, ya que el proceso realmente comienza en el hogar. Estudios sicológicos de científicos e ingenieros de éxito sugieren que factores tales como ocupación de los padres, condición socio-económica de la familia, actitud de los padres hacia los conocimientos intelectuales y los éxitos educacionales de los mismos padres, contribuyen en medida importante a determinar si el niño va a inclinarse hacia la ciencia como profesión.

Habiendo un ambiente familiar propicio a la ciencia, hay otros factores que influyen en el éxito o fracaso en la formación de un ingeniero, o un científico, y estos incluyen identificación precoz, apoyo y educación. El interés del niño puede desviarse en muchos momentos durante su desarrollo, y puede tener enorme influencia la forma en que se enseñen la ciencia y las matemáticas en los niveles primario y secundario, así como el entusiasmo y comprensión de los profesores. A menudo sucede que los procedimientos pedagógicos y las exigencias del plan de estudios matan el interés que pudo haber existido exteriormente en el estudiante.

Estas dificultades se mencionan para hacer hincapié en el hecho de que los gobiernos que quieran aumentar rápidamente sus disponibilidades de científicos e ingenieros, se verán enfrentados a problemas que trascienden en gran medida los del desarrollo de la educación post-graduada en el ramo de la ciencia. Hay que capacitar profesores para enseñar ciencias y matemáticas en las escuelas primarias y secundarias; hay que elaborar planes de estudios eficaces en esos mismos niveles; y hay que desarrollar actividades extracurriculares calculadas para despertar el interés de los jóvenes por la ciencia.

Examinando estas exigencias, se hace evidente que la creación de una buena capacidad de investigación y desarrollo en los países menos avanzados exige un programa continuo y a largo plazo en todos los niveles educativos. Debe hacerse un gran esfuerzo si se quiere lograr y sostener plazos de duplicación del orden de los 10 años.

7. Organización gubernamental

Si han de progresar la ciencia y la tecnología en los países menos desarrollados a tasas conmensurables con las necesidades, es esencial que los gobiernos establezcan políticas y mecanismos que suministren asesoría científico-tecnológica adecuada en los más altos niveles que suministren igualmente el apoyo financiero necesario, y que faciliten una coordinación adecuada entre las agencias gubernamentales responsables y los sectores de la economía. Hemos visto que los problemas de desarrollar una capacidad científico-tecnológica nacional son tan enormemente complejos que involucrarán al sector gubernamental en casi todos los niveles y también una buena parte del sector privado. Dadas las circunstancias, no bastará un mecanismo gubernamental único excepto en aquellos casos donde el desarrollo de la ciencia se encuentra aún en estado incipiente.

Es esencial que cualquiera que sea la forma que tome el mecanismo gubernamental, suministre lo siguiente:

- a) Asesoría a los más altos niveles gubernamentales referente a problemas y oportunidades relacionadas con el desarrollo científico-tecnológico.
- b) Medios por los cuales se pueda tomar en cuenta adecuadamente en la planeación económica nacional los cambios científicos y tecnológicos.
- c) Mecanismos que permitan a cada agencia gubernamental emprender o patrocinar investigaciones relacionadas con su misión.

- d) Mecanismos que aseguren la iniciación de investigaciones industriales importantes para la economía nacional ya sea dentro del sector privado o por parte de laboratorios operados por el gobierno y establecidos para este fin.
- e) Medio para asegurar que los resultados de la investigación aplicada se utilicen para mejorar la efectividad de operaciones y la eficacia de la producción en los diversos sectores de la economía.
- f) Medios por los cuales los fondos gubernamentales adecuados se puedan canalizar en forma selectiva hacia los científicos en las universidades para apoyo de sus actividades investigativas, tanto básicas como aplicadas, en forma continua.
- g) Establecimiento de educación post-graduada en todas las áreas de ciencia e ingeniería relacionadas con el desarrollo nacional económico y social.
- h) Fortalecimiento de la enseñanza de ciencia e ingeniería a nivel pregraduado dentro de las universidades.
- i) Elaboración de planes de estudio y sistemas pedagógicos adecuados en ciencia y matemáticas en las escuelas primarias y secundarias.
- j) Medios que aseguren que los limitados recursos disponibles sean asignados a estas actividades a escala nacional, y que permitan coordinar la duplicidad de esfuerzos.
- k) Mecanismos que permitan a la comunidad científico-ingeniera no gubernamental hacer críticas constructivas de los programas del gobierno y asesorar al gobierno en lo relacionado con necesidades y oportunidades en investigación y educación.

Se pueden idear una amplia variedad de organizaciones gubernamentales que, al menos teóricamente, logren estos objetivos. La definición de lo que resulta más conveniente dependerá, naturalmente, de muchos factores, entre ellos el tamaño del establecimiento científico, el nivel de desarrollo científico, el tipo de economía, la naturaleza del sistema universitario y la organización básica del gobierno mismo. Las maneras de tratar estos problemas en la Unión Soviética no son necesariamente las mejores para aplicar en los Estados Unidos. Igualmente, la organización científica más indicada para el Brasil no es necesariamente la más indicada para el Perú.

Sobre todo, no parece probable que una sola institución pueda cubrir durante mucho tiempo todas las necesidades de un país determinado. Parecería esencial establecer una especie de "consejo de investigación" que pueda canalizar fondos gubernamentales hacia proyectos valiosos de investigación. También parece esencial algún tipo de comité científico asesor al más alto nivel gubernamental, y es importante que haya un grupo gubernamental para coordinar las investigaciones emprendidas o patrocinadas por agencias del gobierno. Algún grupo debe opinar sobre la distribución de asignaciones a las agencias para investigación y desarrollo.

A menudo se pueden reunir en una sola agencia las funciones gubernamentales de mayor importancia relacionadas con la ciencia, más hay otras actividades esenciales que no se pueden realizar dentro del marco del gobierno. En algunos casos es aconsejable una "Academia" que se mantenga cerca del gobierno pero sin formar parte de él, academia que pueda criticar

libremente los programas y ofrecer sugerencias para las actividades futuras. En algunos casos, una "Asociación para el Fomento de la Ciencia" puede emprender eficazmente programas para educar al público en lo relacionado con la importancia de la investigación y el desarrollo.

La mejor combinación de organizaciones variará mucho de un país a otro y también variará en función del tiempo. Cada nación debe escoger y apoyar aquella combinación de actividades y estructuras gubernamentales y no gubernamentales que más se adapte a la solución de sus necesidades.

NOTAS SOBRE LA NECESIDAD DE UNA POLITICA INTEGRAL CIENTIFICA
Y TECNOLOGICA EN COLOMBIA

Gabriel Betancur Mejía

NOTAS SOBRE LA NECESIDAD DE UNA POLITICA INTEGRAL CIENTIFICA
Y TECNOLOGICA EN COLOMBIA

1.- INTRODUCCION.-

1.1.- La importancia del desarrollo científico y tecnológico de un país ha sido establecida en forma universal como uno de los elementos claves para obtener un desarrollo económico y social acelerado. Es por lo tanto obvio que los países presten actualmente mayor atención a la promoción interna del sector científico, y se analice la forma de acelerar la organización de la ciencia y la tecnología.

1.2.- Es evidente que ante una escasez en los países en desarrollo de personal capacitado, y de medios financieros adecuados, se hace necesario establecer una participación estatal que permita dirigir en forma coordinada los esfuerzos hacia aquellos aspectos que presenten una importancia mayor para lograr el desarrollo de los sectores como la agricultura, la industria, los servicios, etc. Este planteamiento lo indicó el Comité Asesor de Ciencia y Tecnología, de las Naciones Unidas. "Cada gobierno debe tener una política claramente definida en materia de Ciencia y Tecnología. Dicha política debe orientarse hacia un crecimiento científico nacional, autónomo y autosostenido, y por otra, hacia la organización y planificación de las actividades científicas nacionales, en apoyo del desarrollo económico y social mediante la aplicación de la Ciencia y la Tecnología..."

Sobre estas bases se presentan a continuación algunos comentarios de aplicación en el país sobre qué debe ser una política en Ciencia y Tecnología, y en qué forma se puede desarrollar estas labores.

2.- DEFINICIONES.-

2.1.- Vale la pena iniciar esta presentación elaborando algunas definiciones generales sobre las cuales se volverá posteriormente. Hemos entendido como política científica, el conjunto de medidas en un país, cuyo efecto sea desarrollar y fortalecer sus recursos humanos capacitados a nivel científico, sus instituciones de investigación y educación superior, y sus sistemas de información y transferencia científica y tecnológica. Como recursos humanos para la discusión se ha tomado al personal de hombre de ciencia, ingenieros y técnicos y en especial, aquellos dedicados de tiempo completo a la investigación. En el grupo de entidades de investigación se ha incluido cualquier grupo de individuos calificados, que realicen en forma continua y que constituyan un esfuerzo continuo y estructurado. Finalmente como sistemas de información se han considerado las sociedades profesionales, las entidades tecnológicas, las organizaciones de extensión técnica agrícola o industrial, los centros de documentación y las bibliotecas técnicas. En este caso, se considera no sólo el proceso de actualización técnica y científica del personal interno de la entidad, sino principalmente sus funciones como los medios de transferencia a la comunidad externa.

3.- ESTADO DEL DESARROLLO CIENTIFICO TECNOLOGICO EN EL PAIS.-

3.1.- Precisamente a través de la medida de cada uno de los factores previamente mencionados se puede establecer cual sea el desarrollo de un país en Ciencia y Tecnología (CYT). El número y calidad de su personal científico, la proporción que se dedique a labores de investigación, las publicaciones que presenten en revistas internacionales, el nivel de educación superior universitaria, los equipos existentes para investigación las inversiones generales en investigación, el status de los hombres de ciencia, la actividad profesional en el país, son índices que se pueden utilizar para medir la situación en un país del desarrollo científico y tecnológico. Más aún su variación clara de la bondad del sistema general.

3.2.- En el caso colombiano estos índices se desconocen en su mayor parte por no haberse realizado un análisis exhaustivo de toda la situación científico-tecnológica. Por otra parte no se ha efectuado tampoco un análisis profundo de todas las entidades de investigación, del personal que colabore en ellas, ni tampoco de los programas en curso en sus proyecciones a largo plazo.

3.3.- Internacionalmente se ha tratado de establecer una correlación entre los índices de desarrollo científico y los económicos, y es común correlacionar las inversiones en investigación, y el PNB del país. Varias reuniones regionales han indicado la necesidad de establecer como inversiones iniciales mínimas en el desarrollo de una política científica el 0.7.-1.0% del PNB. Aún sin entrar en una discusión profunda sobre el significado real de esta amplia diferencia es posible establecer una deficiencia crítica entre el esfuerzo actual y los niveles en países de desarrollo similar.

3.4.- Simultáneamente otro de los índices generales que se pueden considerar se refieren al número de profesionales por 1000 habitantes. En el caso colombiano esta relación es de 08/1000 comparado con cifras de 2 para Argentina y 1 para Brazil. Estos índices aunque escasos nos indican claramente que la situación de desarrollo científico tecnológico en el país deja aún mucho campo para mejorarla. No deseo entrar en un análisis del número de publicaciones de autores colombianos en revistas extranjeras de reconocida prestancia internacional, ya que solamente se encontrarán algunos campos quizás en las ciencias médicas, la botánica, la biología donde unos escasos números de individuos aparece en la literatura científica al año.

3.5.- Me he permitido establecer esta situación, porque considero que el éxito de esta reunión es analizar la realidad y discutir la forma de modificarle en el plazo mínimo de acuerdo con las posibilidades a nuestra disposición. Existe un elemento preparado en el país, existe también una juventud llena de esperanza, y si nos organizamos podemos establecer los medios que permitan la realización de una verdadera labor científica en el país. Además estas circunstancias actuales presentan la urgencia de iniciar una política gubernamental y privada hacia el mismo propósito.

4.- ORGANIZACION PARA UNA POLITICA EN CYT.-

4.1.- Dos elementos esenciales son necesarios para lograr una política efectiva. Uno es el que exista en el país un organismo que establez-

ca las bases generales del personal que se debe capacitar, de las investigaciones a desarrollar, la financiación que se requiere, las instituciones que se deben crear o reforzar. Este Organismo tendrá por objeto abarcar el campo nacional en ciencia y tecnología y contribuir a la definición de programas específicos. El segundo elemento es el que debe realizar las investigaciones, el que debe obtener los fondos necesarios, el que debe implementar las recomendaciones anteriores, y que cubre no sólo a la comunidad científica, sino también al industrial, al agricultor, al investigador.

(Estimativos personales para el caso colombiano indican cifras algo superiores al 0.1% del PNB).

4.2.- El primer elemento se desarrolla en general a través de un grupo centralizado en la forma de un Consejo de Ciencia y Tecnología de una División gubernamental o en algunos casos inclusive de un Ministerio de CYT. En el caso colombiano el gobierno estudia el establecimiento de un Consejo, que posiblemente deberá reunir representantes ejecutivos del sector oficial, investigadores líderes en su campo, representantes de la Universidad, de la Industria y la Agricultura. Este grupo en general no muy numeroso podrá asesorarse de grupos especializados para cada una de las disciplinas, que se requieran para efectuar un análisis verdadero del país. Obviamente para ejercer una acción positiva, este Consejo deberá contar con una estructura limitada pero capaz, que permita ejercer una coordinación en la información obtenida. Adicionalmente deberá obtener los datos básicos que le permitan tomar decisiones.

4.3.- En general estos Consejos en Latinoamérica se han concentrado más en la capacitación de personal científico en el exterior, y el subsidio a investigadores nacionales. En nuestro caso se deberá analizar también el desarrollo del país en el futuro y establecer soluciones para eliminar paulatinamente la brecha tecnológica, y científica en nuestro desarrollo. Adicionalmente deberán realizar en conjunto con el grupo económico de planeación nacional, estudios que definan los campos tecnológicos nuevos, en los cuales deba iniciar actividades el país de acuerdo con la programación del desarrollo económico y social. El Icetex en el caso colombiano desarrolla una labor de inestimable importancia en cuanto a capacitación y podrá asumir una gran parte del manejo administrativo de los estudios en el exterior. Sin embargo, el Consejo deberá recomendar aquellos campos en los cuales sea necesaria una mayor intensificación de la capacitación, y establecer una prelación entre los mismos.

4.4.- Finalmente el Consejo deberá ejercer una función, que será cada vez más importante a medida que la integración regional progrese, y es actuar de canal para las relaciones en CYT con los países del área y de otros continentes. El intercambio de profesionales capacitados entre nuestros países latinoamericanos, las visitas de profesores de países más desarrollados, los contactos entre técnicos y científicos del mundo constituirán cada vez en mayor proporción el elemento clave para lograr un verdadero desarrollo. Por otra parte debemos tener en cuenta que la integración no sólo se puede efectuar a través de acuerdos comerciales, y el movimiento de productos físicos, sino a través del estrecho contacto entre los líderes latinoamericanos, entre los cuales

el profesional de la ciencia y la ingeniería ejercerá una importante misión. Este Consejo deberá ser el medio de entrelazar también las comunicades profesionales de países como los Estados Unidos y el nuestro, a través de un esfuerzo continuo en esta dirección.

5.- EJECUCION DE UNA POLITICA EN CYT.

5.1.- La segunda etapa del programa o sea la ejecución de investigaciones, de capacitación la transmisión de información deberá encomendarse a las entidades existentes en el país. La experiencia de varios países ha indicado sinembargo, que el Gobierno deberá prestar una ayuda directa, si se acelera el ritmo del crecimiento científico tecnológico. Inclusive en los Estados Unidos aunque por motivos diferentes a los de nuestro país, se requiere una ayuda oficial que ha llegado hasta un 50-60 del conjunto de investigación realizada. Para este fin es necesario que se establezca en forma directa a través de entidades crediticias internacionales, de un fondo cuya cuantía inicial debería analizarse en esta Reunión, que se utiliza para el fomento de programas que a juicio del Consejo Nacional sean de efecto crítico para el establecimiento de un conjunto efectivo de investigación y extensión en el país.

Si el Consejo cuenta con una proporción mayoritaria de personas de capacidad, prestancia y conocimientos del país se puede asegurar que el empleo de estos fondos crearía la aceleración en CYT que actualmente no se observa.

5.2.- Una revisión periódica de programas, efectuada por personas independientes y un análisis de los resultados obtenidos en los diversos casos permitirá juzgar la bondad de las decisiones tomadas. Si el programa incorpora la flexibilidad adecuada para introducir los cambios que se considere necesarios, se podrá acelerar la acción de los grupos existentes, sin necesidad de introducir modificaciones substanciales en los planes que se establezcan a largo plazo.

5.3.- Existen en el país entidades como el Instituto de Investigaciones Tecnológicas en el campo de Tecnología, el Instituto de Asuntos Nucleares, los Departamentos de Investigación de las Universidades, unidades de investigación médica, e inclusive secciones de investigación en unas contadas industrias. Cómo aprovechar este conjunto al máximo será una de las funciones de la ejecución de la política científica futura. Sinembargo se debe tener en cuenta algo que con frecuencia se olvida y es que las entidades no pueden actuar más allá de la capacidad de las personas que las constituyen. Es por lo tanto esencial establecer medidas que permitan al hombre de ciencia una dedicación completa a sus labores, en forma independiente de preocupaciones cotidianas de origen económico. La Sociedad deberá dar su reconocimiento a aquellos que han contribuido a través de su esfuerzo en desarrollar un país mejor. Se debe analizar los niveles de sueldos, promover subsidios a investigadores y profesionales que realicen programas de gran interés nacional y finalmente debe evitarse que el hombre de ciencia en el país se independice del desarrollo mundial en CYT. Sóloamente a través de una comparación de nuestros conocimientos con los de los países más desarrollados y también en vía de desarrollo podremos establecer qué nuevos elementos debemos adaptar en el país, y qué modificaciones se deben efectuar en nuestros sistemas de acción. En los últimos años las limitaciones para viajes han afectado la participación en reuniones internacionales y el contacto

con científicos extranjeros con el resultado que la comunidad profesional, con algunas excepciones se está desactualizando en campos que se modifican substancialmente en lapsos de cinco años.

5.4.- Un conjunto de las medidas anteriores, deberá estar integrado con los planes de desarrollo económico y social del país. Por esta razón grupos conjuntos de hombres de ciencia y economistas deberán analizar cuáles son las necesidades principales de la investigación, qué campos deben recibir mayor atención en investigación, qué elementos institucionales deben existir, y cuál deberá ser la cooperación entre la CYT y la planificación universitaria.

5.5.- El país no ha incluido en todos sus planes los elementos suficientes para poder relacionar la CYT al desarrollo, para presentarla como elemento integral de planificación. Será necesario efectuar en el curso de los próximos años, los estudios que integren las actividades de nuestra infraestructura científica, y los planes presentados por el Departamento de Planeación. Aquí deberíamos discutir el esquema general a seguir y la posible utilización de los resultados obtenidos. Es necesario tener un marco de referencia general dentro del cual se establezca las prioridades sea por campos, o por objetivos económicos y sociales.

5.6.- De nuevo a través de esta planificación el Gobierno solamente busca una coordinación general entre las entidades oficiales investigativas, y definir cuáles son los aspectos que deba fomentar específicamente en cuanto a financiación directa. No se presenta esta política como la camisa de fuerza de la ciencia o del investigador, el cual mantendrá su independencia para seguir investigaciones en diversos campos. Pero sí es la obligación del Estado canalizar sus limitados recursos, en aquellos campos y proyectos que ofrezcan una posibilidad más efectiva de mejoramiento social y económico.

5.7.- Por otra parte se deberá establecer una metodología de la investigación. Debido a lo reciente de su desarrollo hasta hace una década se inició el verdadero estudio de cómo realizar investigaciones, cómo administrarlas, cómo efectuar la selección de acuerdo con las metas que se desea lograr. Se deberá analizar también la forma de promover en el país seminarios sobre estos aspectos, para limitar errores costosos en estudios cuya importancia inicial aparente ser grande, pero que no tengan un verdadero impacto en nuestra situación nacional.

6.- FINANCIACION.

6.1.- Conocemos bien que uno de los elementos decisivos para el éxito de las actividades que nos proponemos será la financiación adecuada de las mismas. El Gobierno está dispuesto a estudiar su participación en esta empresa en conjunto con la iniciativa privada, con los organismos internacionales de crédito, y con el aporte de contrapartidas necesarias. Pero considere también que un programa de ayuda importante deberá contar con los estudios previos que lo justifiquen, que indiquen claramente las razones para la escogencia de los proyectos a los cuales se les preste mayor atención. Creemos que en forma igual a la educación, la investigación es una inversión, y estamos dispuestos a evaluar las formas en las cuales se pueda promover una ampliación del esfuerzo privado sea a través de incentivos tributarios, o los términos especiales de financiación, que ustedes indiquen.

6.2.- Ante recursos limitados creemos que será necesario analizar la forma de concentrar las investigaciones en entidades especializadas que puedan cubrir con suficiente profundidad un campo específico. Debemos evitar duplicaciones y dispersión excesiva de la investigación, sin interferir con el espíritu creativo individual. Para este fin se deberá analizar qué sistemas existen en el país para poner en contacto los investigadores en un campo, qué información en revistas científicas o técnicas permite conocer lo que se está haciendo en las diversas entidades, y cómo podríamos crear o complementar estas acciones en el país. Uno de los elementos que han acelerado más rápidamente el crecimiento científico de países como los Estados Unidos ha sido este entrelazamiento entre los hombres de ciencia, y la acción de "cross fertilization" entre grupos de intereses diferentes. La ciencia moderna ya no se puede tomar como una serie de compartimentos, es necesario establecer su universalidad, y atacar los problemas a través de un esfuerzo conjunto de científicos naturales y sociales. Cómo lograr esta meta será un punto que debemos discutir.

6.3.- En conjunto deberemos estudiar también las experiencias en Colombia y en otros países de sistemas que aseguren la financiación continua y creciente del programa de Ciencia y Tecnología. El éxito del Sena en este sentido es conocido, en obtener fondos como una participación fija de la nómina de las empresas del país. Argentina ha logrado obtener una financiación adecuada para sus programas de investigaciones agrícolas a través de un impuesto del 0.2% de sus exportaciones en este campo. El mismo país ha desarrollado una de las redes más amplias de asistencia tecnológica, a través de una participación fija de todos los préstamos industriales de la banca industrial, que asciende a 0.25% de los mismos. Desearíamos ver también la participación voluntaria privada en los programas de nuestra política científica, ya que este aporte deberá complementar el que se obtenga de fondos oficiales. La experiencia en el gran país del Norte será de gran interés para elucidar este punto.

6.4.- Tenemos gran esperanza en el Programa Interamericano de Ciencia y Tecnología que se desenvolverá a través de la OEA, como una ayuda directa a investigaciones y al desarrollo de la política científica de los diversos países de la región. Este programa creado por los Presidentes en la histórica Reunión de Punta del Este, será llevado a cabo con la ayuda del Gobierno de los Estados Unidos de Norte América como Miembro de la OEA. Consideramos que al iniciarse este programa, otras fuentes privadas y oficiales en el mundo canalizarán sus recursos en él. El Gobierno con la aprobación del Señor Presidente Lleras ha presentado la propuesta del Instituto de Integración Científica y Cultural que se presenta a esta reunión como uno de los documentos de trabajo. Este programa va a ser desarrollado en conjunto con la Universidad Colombiana, y con otros países del área, constituye uno de los primeros pasos en las definiciones nacionales científicas. El Gobierno ha comprometido ya una partida de US\$387,500 para apoyar el Fondo Interamericano de CYT, y confiamos que en un futuro cercano recibamos el apoyo para las propuestas que se presenten.

7.- INFORMACION CIENTIFICA Y TECNICA.

7.1.- Uno de los aspectos hacia los cuales se debe prestar atención especial es el establecimiento de mecanismos eficientes para la aplicación del cúmulo de conocimientos ya existentes, principalmente de los países desarrollados. Esta información tanto en las ciencias como la tecnología debe

estar al alcance de los investigadores, de los industriales, de los centros de enseñanza superior etc. El país deberá abocar la estructuración de un centro de información científica y de transferencia tecnológica, así como contar con centros especializados en información científica en los cuales sea posible obtener rápidamente fotocopias o microfilms de la literatura mundial. Varios centros internacionales de documentación han ofrecido su colaboración al país, pero ha faltado el núcleo a través del cual se pueda canalizar esta labor.

7.2.- Esta función no solamente deberá ser estática, sino también deberá promover entre posibles usuarios sus servicios, sea como traducciones, copias, resúmenes de literatura, procesos, patentes, etc. Algunos de los centros existentes en otros países se han especializado hacia el sector industrial, como un servicio a aquellas unidades que no pueden contar con suficiente información, pequeñas industrias, personas individuales, etc. Valdría la pena determinar si en el caso colombiano se deba considerar el sector agrícola también, u otros adicionales.

7.3.- Paralela a esta función informativa debe existir un esfuerzo coordinado hacia la adaptación a las condiciones del país de la tecnología foránea. Con frecuencia se desarrollan industrias en el país, como copias de otras en medios económicos y sociales totalmente diferentes. Las dificultades en estos casos son frecuentes y conllevan pérdidas apreciables económicas. Existe en el país un mecanismo adecuado en esta dirección? La labor desarrollada por el IIT, y por secciones de investigación en universidades e industrias, han sido factores decisivos en nuestro incipiente desarrollo tecnológico autóctono. Cabría preguntarnos si es suficiente, si debe ser modificado, si cubre las áreas que en realidad importan al país en un futuro. Quizás también deberíamos plantear si se utiliza en la forma adecuada lo que tenemos, si se conocen las entidades anteriores entre los posibles usuarios. El país empieza a ver los beneficios de la extensión agrícola en el país, realizada por el Ministerio de Agricultura, el ICA y asociaciones privadas y semi-oficiales, pero no se ve aún un esfuerzo similar en el campo industrial.

7.4.- Finalmente deberíamos analizar los obstáculos hacia la adaptación de conocimientos y su empleo en el país. Con frecuencia se anota que el sistema de patentes impide que muchos procesos se aprovechen para el beneficio de industrias nacionales, pero se ha estudiado este problema a fondo? Debemos modificar nuestra apreciación sobre este campo? El Gobierno ha realizado varios estudios en especial aplicados al campo químico farmacéutico, pero queda aún por realizar una amplia labor. En este sentido debemos tener en cuenta también que aunque no sea en una forma amplia al comienzo, el país deberá contar con grupos especializados que trabajen en el umbral del desarrollo científico y tecnológico, solamente en esta forma podremos desarrollar en un futuro un sistema que sea homogéneo, y que no dependa para su vitalidad en fuentes extranjeras.

En estas funciones dependeremos en una parte decisiva de la colaboración que presten las asociaciones profesionales, científicas y de ingenieros, a través de sus grupos especializados, de la difusión de los conocimientos desarrollados, y de la promoción de actividades que mantengan actualizados al científico o al tecnólogo, que haya sufrido la erosión en los conocimientos, caracte-

rísticas de una época en la cual la vida media de un producto no supera los diez a quince años. La base de cualquier política dependerá de la efectividad en los medios que desarrollemos para poder evitar la obsolescencia profesional en el país.

8.- APROVECHAMIENTO DEL ELEMENTO HUMANO NACIONAL.

8.1.- Constituye este elemento uno de los principales de una política en CYT. No sólomente deberemos analizar si el conjunto profesional preparado en las Universidades corresponde a nuestras necesidades para el desarrollo, sino también si al profesional graduado se le presentan en el país las oportunidades de aplicar eficazmente sus conocimientos.

8.2. Es en este conjunto que el Gobierno ve la necesidad de evitar al máximo la emigración de sus mejores elementos científicos preparados en el exterior después de un ingente sacrificio económico en divisas. El fortalecimiento de entidades que los puedan absorber, la continuidad en programas investigativos, el reconocimiento de la calidad investigativa son algunos de los aspectos que requerimos. Desearíamos escuchar sus recomendaciones sobre la creación de sistemas de motivación personal, como subsidios, premios nacionales en Ciencias y Tecnología, y quizás más importante que todo, la creación de una conciencia nacional de que el conjunto científico es una de las armas más importantes en la lucha para el desarrollo.

PROBLEMAS DE ORDEN TECNICO QUE INFLUYEN EN EL
DESARROLLO DEL SECTOR AGROPECUARIO. 1/

INTRODUCCION

Son problemas de orden técnico los que se originan en factores que limitan el crecimiento de la producción agropecuaria, distintos a la tierra, el trabajo y la estructura institucional. O sea que los problemas de orden técnico se refieren a formas y servicios del recurso capital conocidos como tecnología agropecuaria.

Como problemas de la tecnología agropecuaria se analizan aquí los que se refieren a las deficiencias en la investigación, producción, difusión y adopción de 1) - formas de capital como la maquinaria, las semillas mejoradas, los fertilizantes y 2) - servicios de capital como los conocimientos para el aumento de la producción. Como soluciones a las deficiencias analizadas se sugiere la redistribución de recursos públicos para atender áreas prioritarias de investigación, producción y difusión de la tecnología.

También se plantea la necesidad de nuevas inversiones unidas a políticas de incentivos para los productores agropecuarios.

PROBLEMAS DE ORDEN TECNICO

Los problemas de orden técnico pueden agruparse dentro de las categorías de problemas de la investigación, producción, difusión y adopción de tecnología agropecuaria.

Dentro de los problemas de la investigación sobre tecnología agropecuaria podrían considerarse, por un lado, el esfuerzo relativamente limitado que se ha aplicado al estudio de la ecología y la producción agropecuaria de las zonas tropicales cálidas del país. Estas zonas del piso térmico cálido cubren el 83 por ciento del área del país y engloban el 40 por ciento de la población 1/. En ellas se concentran la ganadería; los cultivos más promisorios para la exportación como el algodón y el banano y los cultivos para sustitución de importaciones como cacao, ajonjolí, palma africana y otros.

1/ CIDA, Tendencia de la tierra y Desarrollo Socio-Económico del Sector Agrícola; Colombia, Washington; Unión Panamericana, 1966, p. 10.

1/ Trabajo elaborado por Enrique Blair Fabris, Ministro de Agricultura y Alberto Franco, Economista Agrícola del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA.

Tienen condiciones favorables de lluvia, temperatura e irradiación solar que benefician el crecimiento vegetal en proporción mayor que en las zonas templadas del mundo. Así, se calcula que la vegetación que se incorpora al suelo en áreas tropicales puede ser hasta de 150 toneladas al año, contra 60 en climas templados 2/ Sin embargo, la investigación se ha concentrado mayormente en cultivos de clima templado y frío, que ocupan un 15 por ciento del área del país.

Otro problema lo constituye la muy limitada atención dada a la investigación sobre aspectos de comercialización y transformación industrial de productos agropecuarios. Se ha estimado que el valor agregado por la comercialización puede llegar a unos 10.000 millones de pesos 1/ - pero el presupuesto y el personal vinculado a estudios sobre comercialización representa menos del 1 por ciento de los recursos respectivos destinados al sector agropecuario 2/.

Los problemas en el campo de la producción de formas de capital (fertilizantes, maquinaria y similares) se refieren mayormente a los altos costos debido a causas como las siguientes: 1- alto ingrediente de materiales importados y elevación de costos de estos materiales; 2- estructura imperfecta de los mercados de venta de esos productos, lo que se traduce en altos márgenes de comercialización 3/; 3- baja calidad de algunos productos debido a que aún no se ha perfeccionado el control gubernamental necesario.

Los problemas relacionados con la difusión de tecnología agropecuaria también son numerosos. Por una parte, está la insuficiencia de personal técnico para alcanzar una proporción "razonable" de los agricultores del país. Lo reducido de este personal puede señalarse en términos de la población activa agrícola, como el número de fincas y del número de hectáreas en cultivos en el país. Así, en 1960 se estimó una población agrícola activa de 2.650.000 personas 1/ una superficie en tierras en cultivos permanentes, temporales y en descanso de 4.817.000 Has. en las regiones pobladas 2/; 1.437.410 fincas, 3/ y un número total de 877 técnicos 4/ Esto implica las siguientes relaciones:

2/ Vageler, O., citado por, Koffe, I.S. The Abcofsoils, Sumerville; Sumner Press, 1948.

1/ Franco, A. Velez J., Aspectos del Crédito Agropecuario Institucional en Colombia, Bogotá: Ministerio de Agricultura (en prensa).

2/ IICA - Zona Andina, Organización Administrativa del Sector Agropecuario en Colombia. - Bogotá: IICA - CIRA - 1966, pp. 17, 21.

3/ CEPAL, El uso de los Fertilizantes en América Latina, Santiago de Chile, 1966 P. 102.-

<u>Población activa</u> número de técnicos	3.030 personas/técnico
<u>número de fincas</u> número de técnicos	1.640 fincas/técnico
<u>número de hectáreas</u> número de técnicos	5.700 hectáreas/técnico

Si se aceptara que un técnico puede atender directamente una finca por día activo (o sean 250 fincas en el año), o en su defecto una extensión de 14.000 hectáreas, se tendría que la asistencia técnica estaría llegando a un sexto de las fincas totales y/o de la superficie cultivada en agricultura.

Otros problemas relacionados con la difusión de tecnología lo constituyen la falta de preparación adecuada de buena parte del personal técnico para difundir conocimientos a los agricultores y la falta de articulación entre diferentes programas de los organismos del Estado que proveen formas complementarias del capital como son el crédito, la educación y la provisión de insumos tecnológicos.

Finalmente, como problemas que hacen relación a la adopción de tecnología agropecuaria están 1- el bajo nivel de adopción por el grueso de los agricultores colombianos y 2- la incidencia desfavorable (reducción) en el empleo de mano de obra que implica el uso de ciertas formas de capital como la maquinaria agrícola, aplicada indiscriminadamente.

PLANEAMIENTO DE POSIBLES SOLUCIONES

En el caso de la investigación, los desbalances en la poca atención a problemas de las zonas tropicales cálidas pueden corregirse al dedicar mayores recursos al estudio de condiciones ecológicas, cultivos y ganadería de esas zonas. Estos mayores recursos habría que obtenerlos, en parte al menos, a expensas de la atención que reciben cultivos de tierra fría en los cuales ya se han producido variedades de notable resistencia y capaci-

1 / CIDA, op. cit. 28

2 / Ibid p. 19

3 / Ibid p. 75

4 / CIDA, inventario de la información básica para la Programación del Desarrollo Agrícola en la América Latina; Colombia, Washington; Unión Panamericana, s. f. p. 46.

dad de producción, la investigación sobre comercialización y transformación industrial requerirá de recursos adicionales, en relación con la importancia económica de estos procesos.

El incremento de la oferta de insumos tecnológicos requiere de varias medidas del sector público y privado. Por una parte, parece necesario estudiar mejor la factibilidad económica de la explotación de fuentes minerales para uso agrícola. Por otra parte, deben dedicarse recursos financieros adicionales, para aprovechar los saldos de compensación, y de esta manera importar maquinaria para la transformación de esos recursos minerales y la producción de bienes de capital para la agricultura (motores, bombas, equipos). También son necesarias las inversiones en infraestructura para mejorar las economías externas y así reducir los costos y los precios, e incrementar la demanda.

Quizás fuera deseable, además de adoptar la experiencia de otros países en donde empresas estatales o de organizaciones campesinas, se incorporan a la producción y/o transformación de insumos tecnológicos para hacer más competitivos los mercados de estos productos.

Las deficiencias en el campo de la difusión de la tecnología agropecuaria pueden atenuarse, por un lado, mediante el uso más intensivo de personal subprofesional y de líderes o jóvenes campesinos, para transmitir información a los agricultores. El uso de este personal acorta la distancia social entre el técnico profesional y el campesino, facilitando la comunicación. Además, permite subsanar la deficiencia cuantitativa de personal sin mayores apropiaciones presupuestarias adicionales.

Por otro lado, las deficiencias en la difusión de tecnología agropecuaria pueden reducirse mediante una programación y coordinación más estrecha entre varios organismos del Estado, principalmente entre los de crédito y comercialización con los de difusión técnica. La falta de preparación del personal técnico sobre cómo transmitir la información exige intensificar los cursos sobre ciencias sociales en las Facultades y Escuelas Agropecuarias, o por proveer esa preparación en cursos especiales, de la misma manera que resulta necesaria la capacitación de ese personal en materias de administración rural para que den una dimensión económica a sus recomendaciones técnicas.

La aplicación de soluciones como las planteadas para los problemas de investigación, producción y difusión de tecnología agropecuaria, deben contribuir a incrementar el nivel de adopción de ciertas formas y servicios de capital entre una proporción más grande de la población rural. Pero también se harán necesarios cambios en la tenencia de la tierra y en la política de precios para incentivar al agricultor y adoptar nuevas tecnologías y aumentar la producción agropecuaria. En este sentido las soluciones de orden tecnológico serían una condición necesaria pero no suficiente para impulsar el desarrollo del sector agropecuario.

Por su parte, la reducción en los niveles de empleo de fuerza de trabajo, por el uso de otras formas de capital como la maquinaria agrícola sin una planificación adecuada, plantea la necesidad de concentrar su utilización en actividades que incrementen la oferta de los otros recursos.

En un país como Colombia, con abundancia de mano de obra y escasez de capital no es, en general deseable que el capital sustituya al trabajo humano en forma indiscriminada, porque se aumenta la desocupación. Si el uso de maquinaria debe concentrarse en la apertura de nuevas áreas, que amplíen las oportunidades de empleo y en aquellas labores que no pueden cumplirse económicamente con mano de obra.

PROBLEMAS DE ORDEN TECNICO QUE INFLUYEN EN
EL DESARROLLO DEL SECTOR AGROPECUARIO 1/

Enrique Blair Fabris

SEMINARIO SOBRE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO

ANALISIS DE LOS PROBLEMAS DE ORDEN TECNICO QUE AFRONTA EL PAIS PARA
SU DESARROLLO EN EL SECTOR AGROPECUARIO

PRESENTADO POR : INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO

I. C. A.

PRIMERA PARTE

I N T R O D U C C I O N

Colombia posee una diversidad de climas y suelos donde es posible el cultivo y la crianza de casi todas las especies de plantas y animales útiles al hombre. Sin embargo, para la óptima producción económica de cualquier especie animal o vegetal, en el mundo competitivo moderno, se requiere una serie de avances en el desarrollo. En el tema de que trata este documento, que es muy amplio, se podría decir que en numerosos cultivos y especies animales, se conocen y reconocen una serie de problemas que obstaculizan la obtención de altos rendimientos por unidad de tierra, de trabajo y de capital. Haciendo una gran generalización son comunes, en el caso de cultivos y ganados, los siguientes obstáculos orden técnico:

- 1.) Aunque en la mayoría de los cultivos básicos de alimentación se cuenta con variedades mejoradas hay carencia de éstas en varias especies.
- 2.) Desconocimiento, en algunos cultivos, de los métodos mejorados incluyendo suelos, fertilización uso de agua suplementaria, control de malezas, enfermedades y plagas, densidades de siembra y sistemas de cosecha y beneficio.
- 3.) Desconocimiento de métodos mejorados de manejo, en ciertas especies animales incluyendo control de enfermedades infecciosas y parasitismos y falta de dietas balanceadas económicas para explotaciones intensivas. Sin embargo, en las razas existentes es posible un desarrollo eficiente si se utilizaran los sistemas adecuados conocidos de nutrición y manejo.
- 4.) Insuficiencias en los sistemas de asistencia técnica, primordialmente, en los aspectos de divulgación y extensión de la tecnología agropecuaria conocida.
- 5.) Deficiencias educativas de todos los niveles.
- 6.) Deficiencias en los sitios de comercialización incluyendo normas de calidad, empaque, financiamiento, seguros, transportes, almacenamiento y distribución.

- 7.) Deficiencias de la planeación nacional, en materia de zonificación de cultivos, política de precios en los productos e insumos, obras de infra-estructura, sustitución de importaciones y promoción de exportaciones.
- 8.) Fallas en aspectos jurídicos y culturales tales como tenencia de tierras, legislación de aguas, régimen sucesoral, ausencia de espíritu comunitario, etc.

Del complejo enunciado se deduce que los puntos 1-4 conciernen directamente al mejoramiento de plantas y ganados con miras a obtener elementos que, puestos en manos del agricultor, sean fuentes de alta productividad. Por otra parte, en el punto 4, se enunció el problema de asistencia técnica y extensión el cual se considera de importancia primordial porque en los cultivos de alimentos básicos y ganados se posee información conducente al aumento de la productividad, pero ésta llega a pocos agricultores y ganaderos, cuando en realidad se requiere una acción masiva para ayudarlos en su habilidad decisoria y en su función de producción y de negocio.

En relación a la necesidad de sustituir la importación de ciertos productos como el trigo, las grasas y aceites vegetales (Palma africana, cocotero, olivo, ñoli, ajonjolí, soya, maní, semilla de algodón e higuierilla) la lana, el cacao y la cebada, los problemas técnicos y sus soluciones son total o parcialmente conocidos. La aplicación de las soluciones, sin embargo, se obstaculiza por deficiencias de otro orden, como crediticias, comercialización, precios del producto y de los insumos, política agraria, etc.

Las posibles soluciones a los problemas que contempla la industria agropecuaria del país se enuncian a continuación:

- 1.) Procurar por todos los medios, que el agricultor y ganadero participen de los resultados que, en materia de mejoramiento y tecnología de plantas y ganados han logrado el I. C. A. y otras instituciones.
- 2.) Incrementar los estudios, tendientes a conseguir las soluciones técnicas de manejo y protección de plantas y ganados, en aquellos especies y aspectos que aún lo requieren.
- 3.) En el caso de grasas y aceites vegetales, y cultivos, en los cuales el país no dispone de suficiente información es imperiosa la necesidad de estructurar los programas de trabajo que aseguren la obtención de la tecnología adecuada.
- 4.) Teniendo en cuenta la manifiesta escasez de profesionales especializados en las distintas disciplinas de las ciencia agropecuarias, es necesario aumentar los programas de especialización y la magnitud de los incentivos que se le ofrecen.
- 5.) En los problemas de orden distinto al técnico, que en una o varias formas obstaculizan el desarrollo de la industria agropecuaria, el Gobierno debe asumir la iniciativa y encomendar, a las entidades correspondientes, la búsqueda de las soluciones más apropiadas.

En parte complementaria se presenta un estudio donde se hace un análisis de los problemas técnicos que obstaculizan el desarrollo de los siguientes cultivos y ganados: arroz, avena, banano y plátano, cacao, caña de azúcar, cebada, frijol, frutales y hortalizas, maíz, papa y yuca, pastos y forrajes, soya, suelos, trigo, ganado de carne, ganado de leche, gando lanar, porcinos y aves.

ANALISIS DE LOS PROBLEMAS DE ORDEN TÉCNICO QUE AFRONTA
EL PAIS PARA SU DESARROLLO EN EL SECTOR AGROPECUARIO

Instituto Colombiano Agropecuario

I. C. A.

SEMINARIO SOBRE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO

ANALISIS DE LOS PROBLEMAS DE ORDEN TECNICO QUE AFRONTA EL PAIS
PARA SU DESARROLLO EN EL SECTOR AGROPECUARIO

PRESENTADO POR : INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO

I. C. A.

SEGUNDA PARTE

I N T R O D U C C I O N

Se presenta un análisis general por cultivos y ganados en orden alfabético, donde se avalúa el estado actual del cultivo o ganado, se enuncian los problemas de orden técnico y se identifican las causas.

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1.- Arroz | 10.- Papa y Yuca |
| 2.- Avena | 11.- Pastos y Forrajes |
| 3.- Banano y plátano | 12.- Soya |
| 4.- Cacao | 13.- Suelos |
| 5.- Caña de Azúcar | 14.- Trigo |
| 6.- Cebada | 15.- Ganado de carne |
| 7.- Frijol | 16.- Ganado de leche |
| 8.- Frutales y Hortalizas | 17.- Gando Lanar |
| 9.- Maíz | 18.- Porcinos y Aves |

I.- A R R O Z

La tecnificación del cultivo de arroz, en Colombia, no plantea interrogantes en respuestas científicas. Ya se conoce la casi totalidad de los problemas y se dispone de las soluciones más acertadas para cada caso.

La productividad del cultivo de arroz es directamente proporcional a la presencia de factores ambientales favorables (Temperatura, precipitación, suelo, radiación solar, humedad ambiental, etc.) a la bondad cualitativa y cuantitativa de las variedades disponibles, al grado de protección contra organismos parásitos y patogénicos, a la ausencia de malezas y demás organismos competitivos y al grado de capacitación técnica de quienes se ocupan del cultivo.

Son todavía problemas de orden técnico por resolver, la obtención de variedades resistentes a enfermedades, especialmente hoja blanca y pericurlaria. Sin embargo, el I. C. A. está en el proceso de entregar a los agricultores tres variedades nuevas para sustituir las tradicionales. Es necesario además intensificar los estudios de fertilización, control de

malezas e insectos y uso eficiente del agua de riego y refinar los métodos de manejo conocidos.

Por otra parte, la tecnificación de la explotación arrocera se obstaculiza por problemas de naturaleza socio-económica, sistemas de tenencia de tierras y deficiencias de los métodos de difusión y divulgación de técnicas agropecuarias. Una indicación de la importancia de este cultivo la da el hecho de que en 1965 hubo una superficie cultivada aproximada de 374.000 hectáreas con producción de 602.000 toneladas y 350.000 con una producción de 680.000 toneladas para 1966.

2 - A V E N A

Bajo condiciones experimentales la producción de avena en grano oscila entre 3 y 5 toneladas, y la de forraje verde alrededor de 40 toneladas por hectárea. Sin embargo, en Colombia solamente se cultivan unas 2.000 hectáreas y es necesario importar avena para el consumo humano y forraje por valor de un millón de dólares anuales, aproximadamente.

Los principales problemas técnicos que han limitado la producción de avena y la expansión de este cultivo en el país son:

- 1.) La existencia de una enfermedad fungosa conocida como roya del tallo, enfermedad que constituye el principal factor que obstaculiza el establecimiento de la avena como cosecha comercial. A esto se agrega que las condiciones climáticas son ideales durante casi todo el año, para el desarrollo de epidemias.
- 2.) Como consecuencia de lo anterior se requieren variedades precoces y resistentes a dicha enfermedad y desarrollar al mismo tiempo técnicas mejoradas de manejo del cultivo.
- 3.) Se requiere aumentar el cultivo de la avena para la producción de forraje y de grano.

3 - B A N A N O Y P L A T A N O

La producción de banano en Colombia durante los últimos años fué aproximadamente de 630.000 toneladas en una superficie de 58.000 hectáreas. De estos se dedica a la exportación la cosecha de unas 30.000 hectáreas con una producción de 250.000 toneladas.

Los problemas técnicos considerados como mayores obstáculos al progreso del banano son las enfermedades fungosas conocidas como sigatoka y mal de Panamá y pudriciones cuasadas por nemátodos.

Por muchos años, en banano se ha venido cultivando únicamente la variedad Gross Michell (Musa sapientum L.) que es de rendimientos no muy altos pero cuya fruta es aceptada en los mercados internacionales. Recientemente, debido a la amenaza inminente del mal de Panamá, se han introducido las variedades Valery y Poyo (m. Cavendishii L.) las cuales no sólo son resistentes, sino que son mejores productoras, y además por el tamaño de la planta son menos afectadas por los huracanes, que año tras año, causan enormes estragos a los cultivadores de banano. Sin embargo, estas variedades

son de rápida maduración susceptibles al deterioro durante el empaque y embarque, que hace que mucha de la fruta no sea aceptada en los mercados internacionales.

En vista de la tremenda fluctuación de los precios internacionales, y a la mayor competencia por parte de los países africanos y las nuevas bananeras de Formosa, se debería pensar seriamente en la industrialización de los deshechos del banano.

El plátano tiene problemas similares a los del banano en cuanto a enfermedades se refiere, como la sigotoka, el Moko (bacteria) y otras. Sin embargo no es un cultivo de grandes plantaciones si no es de pequeños agricultores, lo cual dificulta el control del moko que requiere una acción comunitaria. Las investigaciones sobre plátano puede decirse que son de reciente iniciación.

4 - C A C A O

En la actualidad se cultivan alrededor de 38.000 hectáreas de cacao con una producción de 17.000 toneladas y Colombia de país exportador pasó a ser importador del grano. (Se han importado 7.2 millones de dólares en promedio durante los últimos tres años). - Las causas que determinaron este fenómeno fueron las enfermedades y plagas, que diezmaron las plantaciones existentes. Sin embargo, durante los últimos años se han hecho algunos progresos gracias a las investigaciones llevadas a cabo por el I. C. A. se ha obtenido híbrida precoz resistente a enfermedades y de buen rendimiento. Se cuenta actualmente con material resistente a la enfermedad denominada "escoba de bruja" (hongo), y se han desarrollado métodos sencillos para el control de la moniliasis (hongo), una de las enfermedades más importantes económicamente.

Existen aún varios problemas que ameritan investigación. Estos incluyen: estudios sobre la pudrición del tallo (complejo Ceratostemella-Xyleborus) sobre la buba, tecnificación del proceso de beneficio, que incluye fermentación, secado y limpieza, y control de plagas con insecticidas específicos para evitar la destrucción de los insectos polinizadores. Otros problemas son la falta de divulgación de las investigaciones realizadas y falta de crédito adecuado que ofrezca mayores incentivos a los cultivadores del grano.

5 - C A Ñ A D E A Z U C A R

Desde hace muchos años, debido a la enfermedad virosa conocida como mosaico, se introdujo la variedad P.O.J. 2878 que es resistente, y desde entonces se cultiva extensamente a pesar de su susceptibilidad a plagas y otras enfermedades. Aunque se tienen variedades superiores a la P.O.J. 2878. introducidas y adaptadas a las condiciones colombianas, así como variedades producidas en el país, no ha sido posible su diseminación debido a que los cultivadores son muy poco receptivos y poca atención prestan a las nuevas técnicas del cultivo. Si los cultivadores utilizaran el tratamiento de semilla aconsejado por el ICA, con aire caliente, se podría aumentar la producción en un 30% y en pocos años se lograría la erradicación de la enfermedad.

El cultivo de la caña necesita más estudios sobre métodos culturales y obtención de variedades resistentes a enfermedades y plagas.

En el caso de la caña para la fabricación de panela, es necesario hacer estudios para la obtención de mayores rendimientos con el uso adecuado de fertilizantes, herbicidas, y con la utilización de variedades altamente rendidoras y resistentes a plagas y enfermedades. El mayor problema para el incremento de la producción de panela es la inestabilidad de los precios.

De esta planta se cultivan para azúcar alrededor de 85.000 hectáreas con una producción de 485.000 toneladas y para panela de 265.000 hectáreas con una producción de 585.000 toneladas; sin embargo, los datos estadísticos difieren considerablemente.

6 - C E B A D A

La producción nacional de cebada ha fluctuado alrededor de las 105.000 toneladas por año en unas 63.000 hectáreas, alcanzándose un autoabastecimiento únicamente en los años de 1962 y 1963. Por otra parte las necesidades de consumo nacional han aumentado; así para 1967 se estima el consumo de 145.000 toneladas, calculándose la producción en 115.000 lo cual indica que hay que importar cebada por un valor aproximadamente de 4 millones de dólares.

Actualmente el país dispone de dos variedades mejoradas: Funza y 124, las cuales cubre el 30 y 70% del área cultivada respectivamente. La variedad 124 es moderadamente resistente al vuelco, a las enfermedades del follaje y al carbón volador. Esta variedad produce un promedio de 2.000 kg/Ha alcanzando en algunas fincas hasta 3.500 Kg/Ha.

Entre los problemas técnicos por resolver se encuentran la resistencia a las siguientes enfermedades:

- a) El carbón volador (hongo)
- b) La roya de la hoja (hongo)
- c) Los enanismos común y amarillo (virus)
- d) Dificultades para introducir a las variedades de buen rendimiento, alta calidad maltera y cervecera.

Otros factores que han influido en la producción:

- 1.) Deficiencia en las campañas de fomento.
- 2.) Deficiencia en la provisión de insumos y alto costo de éstos.
- 3.) Desconocimiento de las ventajas comparativas con otros cultivos de clima frío incluyendo las explotaciones ganaderas.
- 4.) Bajo rendimiento de algunas zonas.
- 5.) Producción en zonas de minifundio.
- 6.) Falta de asistencia técnica y extensión.

7 - F R I J O L

La mayoría de los problemas de orden técnico del frijol son conocidos así como sus soluciones. Los problemas más serios de este cultivo lo constituyen las enfermedades, los insectos que lo afectan y la coincidencia de condiciones atmosféricas adversas que los agricultores llaman mal tiempo.

La producción nacional ha sido muy fluctante; así en 1957 se produjeron alrededor de 72.000 toneladas en 130.000 hectáreas (fuente INA) lo que indica una reducción en el consumo aparente de este grano o un cambio de los hábitos alimenticios porque las importaciones han sido muy escasas y en pequeñas cantidades.

El país dispone de variedades mejoradas y de métodos de cultivo eficientes. Las variedades tienen resistencia a las enfermedades más comunes y destructivas; con las cuales y con el uso de métodos de cultivo mejorados es posible, en condiciones normales, obtener rendimientos de 1.500 kilogramos por hectárea que comparan muy favorablemente con los promedios de 553 kilos/Ha. de 1957 y 692 kilos/Ha. de 1966.

Entre los problemas que aún quedan por resolver se encuentran:

1. Obtención de variedades con resistencia a ciertas bacterias y hongos de la raíz que no han podido ser controlados.
2. Obtención de variedades adaptadas a clima cálido (en la costa hay 130.000 hectáreas de algodón que no tienen cultivos de rotación.)
3. Obtención de variedades de proteína de mejor calidad.
4. Determinación de condiciones favorables de almacenamiento en lo que se refiere a control de insectos, cambio de color en la cutícula, y endurecimiento de los granos que dificultan el cocimiento.
5. Bajo rendimientos en algunas zonas.
6. Crédito escaso para los pequeños agricultores.
7. Falta de asistencia técnica y la extensión de tal manera que las variedades y las técnicas mejoradas conocidas, lleguen al productor.

8 - FRUTALES Y HORTALIZAS

El país tiene climas y suelos apropiados para el cultivo económico de numerosas especies de plantas frutales y hortalizas. En 1966 se produjeron más de 530.000 toneladas y frutas y más de 380.000 toneladas de hortalizas. Existen posibilidades promisorias para la exportación en estado fresco de: piña, mango, papaya, "grapefruit", tomate, melón, cebolla y ajo.

Anualmente se pierden enormes cantidades de frutas tropicales debido a los siguientes factores de orden técnico.

1. Falta de enseñanza y difusión de los métodos de manejo conocidos y probados en el país para las diferentes especies.
2. Falta de crédito y asistencia técnica.
3. Desconocimiento de las normas que regulan la comercialización y mercadeo de las frutas, lo cual incluye cosecha oportuna, conservación, procesamiento e industrialización.
4. Disponibilidad de víveres fundamentales convenientemente distribuidos en el país.
5. Intensificar la investigación sobre algunas especialmente frutales tropicales.

Entre los problemas de orden técnico que aún quedan por resolver en el caso de las hortalizas se pueden mencionar:

1. Producción y adaptación de variedades mejoradas.
2. Carencia de semillas de alta calidad producidas en el país (En 1967 se importaron más de 68 toneladas de semillas de diferentes hortalizas.)
3. Intensificar el estudio de los métodos culturales más apropiados para el manejo de las diferentes especies. Esto incluye fertilización uso de agua suplementaria, control de malezas, enfermedades y plagas.
4. Establecer normas de calidad y mejorar los métodos de comercialización, incluyendo transportes, conservación, empaçado y distribución.
5. Existen variedades adaptadas al país y se conocen métodos culturales eficientes en algunos cultivos hortícolas, pero se requieren campañas de difusión y extensión y de adiestramiento de personal en el manejo de los diferentes cultivos.

9- M A I Z

El cultivo del maíz es uno de los más generalizados, debido a su fácil manejo y adaptación a todas las condiciones climáticas. Al presente cubre un área de 870.000 hectáreas.

Desde hace varios años el país dispone de variedades mejoradas (40) y se conocen los métodos culturales más eficientes, cuya aplicación permite aumentar considerablemente el rendimiento por hectárea, sin embargo, el promedio de producción nacional es de una tonelada por hectárea, debido a que más del 60% de la superficie cultivada está en manos de agricultores pequeños y de escasos recursos económicos, localizados en zonas de climas fríos y medios, con topografía ondulada.

Los problemas técnicos que aún quedan por resolver son:

1. Obtener variedades de mediana altura, de fácil mecanización, resistencia al vuelco y enfermedades y plagas .
2. Mejorar la calidad de proteína, especialmente de algunos aminoácidos como Lisina y Tripófano, para elevar su valor nutritivo.
3. Mejorar los sistemas de conservación y comercialización y aumentar la capacidad de almacenamiento.
4. Estudiar métodos de control económicos de las malezas de climas calientes.
5. Estudiar el riesgo suplementario, densidad de siembra, fertilización y efectos de interacción de estos factores y costos.

Por último, todo parece indicar que el mayor problema para incrementar la productividad de maíz es la falta de programas intensivos de divulgación y extensión para transmitir a los agricultores las técnicas conocidas, dedicando cierto esfuerzo a las áreas de minifundio y ladera.

10 - P A P A Y Y U C A

Desde hace varios años el país produce suficiente papa para satisfacer las necesidades del consumo interno. Sin embargo, cada año se presenta un desequilibrio estacional entre la oferta y la demanda lo cual ocasiona enorme fluctuación de los precios del producto en el mercado. Actualmente se dispone de variedades mejoradas y métodos culturales eficientes. Utilizando estos métodos en 1967, en Funza, se produjeron 65 toneladas de papa por hectárea con la variedad mejorada INCA- Puracé. Por su posición geográfica, clima y suelos apropiados, el país está en condiciones ventajosas para producir este tubérculo con fines de exportación tanto para el consumo como para semilla.

Se estima que en 1966 el rendimiento promedio de papa en el país fué de 10 toneladas por hectárea, en una superficie de unas 80.000 hectáreas. Como causas principales de este bajo rendimiento, comparado con el obtenido en Funza, se puede mencionar la falta de crédito oportuno, asistencia técnica, mercadeo y tenencia de tierras. Además de estas dificultades comunes a otros cultivos, para incrementar tanto la producción como la productividad nacional de papa, es necesario resolver otros problemas específicos que son : racionalización de los ciclos de producción, certificación de semilla, mecanización, exportación, almacenamiento e industrialización.

En Colombia se cultivan alrededor de 142.000 hectáreas de yuca con rendimiento promedio de 6 toneladas. Existe un gran potencial económico para incrementar este cultivo., tando para uso en alimentación de ganado como para la industria.

1. Problemas sobre conservación, procesamiento, industrialización, zonificación, mecanización, determinación de épocas de siembre y cosecha, distancias de siembra, fertilización control de malezas, enfermedades y plagas.
2. Obtención de variedades de altos rendimientos, mejor calidad con mayor contenido de almidón y capacidad harinera, precoces y resistentes a enfermedades y plagas.

II - P A S T O S Y F O R R A J E S

Según los resultados obtenidos en la investigación de pastos es posible ofrecer a los ganaderos alternativas de producción para aumentar sustancialmente sus ingresos. Estos resultados se han canalizado en su mayor parte a través de entidades de fomento pecuario y de ganaderos, pero es necesario para una mejor utilización de los recursos la disponibilidad adecuada, oportuna y precios equitativos de los insumos requeridos en el cultivo tecnificado de los pastos y el manejo adecuado de los animales.

Es necesario intensificar los estudios relativos a la producción de semilla de alta calidad de las especies de gramíneas más adaptadas y la producción y manejo de semilla de leguminosas tropicales y el estudio más detallado de sistemas de pastoreo.

12 - S O Y A

Es un cultivo del cual se siembran unas 35.000 hectáreas con una producción de 51.000 toneladas, casi todas en el Valle del Cauca. Recientemente el ICA entregó una variedad de alto rendimiento y resistencia a la enfermedad moho vellosa (hongo) que afecta severamente algunas variedades comerciales de la región. De otra parte, los resultados de investigación sobre prácticas culturales han permitido recomendar métodos de siembra y de control de insectos que están aplicando con resultados satisfactorios.

Recientemente, se han iniciado nuevas investigaciones genéticas con el propósito de aumentar rendimiento, contenido de aceite y contenido de proteína. Los resultados preliminares de éstas investigaciones indican que el promedio actual de éstos factores puede incrementar considerablemente.

Entre los problemas técnicos por resolver se encuentran:

1. Estudio de variedades adaptadas a climas cálidos y como cultivo de rotación para algodón y arroz.
2. Estudios sobre la mecanización de la recolección.
3. Con variedades mejoradas existentes adelantar campaña de asistencia técnica, divulgación y extensión, para que éstos y los métodos mejorados lleguen al agricultor.

13 - S U E L O S

Los suelos cultivables del país, debido a las alteraciones en los factores formadores de los mismos (clima, topografía, vegetación, edad y carácter del material subyacente.), varían desde los típicamente tropicales hasta los sub-tropicales. En general, las propiedades físicas de éstos suelos son aceptables para casi todos los cultivos, mientras que su naturaleza química es un factor que limita la productividad en muchas regiones, especialmente en aquellas donde el fósforo asimilable es insuficiente.

Los problemas de fertilidad se presentan en todos los suelos del país. En zonas frías donde existen suelos ácidos y olofánicos, ocurre fijación del fósforo nativo o del suministrado con los fertilizantes. Además, en dichos suelos hay deficiencias de cal y de algunos micro-elementos como boro y molibdeno. En los valles cálidos hay zonas con deficiencias de nitrógeno, fósforo, y zinc, y en los llanos Orientales se presentan deficiencias debido a bajo contenidos de fósforo, de calcio y de algunos micro-elementos.

La solución de los problemas enunciados debe plantearse para cada caso, en función de cultivos rotación, prácticas agronómicas y culturales, características ecológicas regionales y disponibilidad de riego complementario. En la mayoría de los casos el tratamiento a seguir es conocido: sin embargo, su implantación se dificulta debido a la comercialización y disponibilidad de los fertilizantes, vías de comunicación, tasas arancelarias, capacitación del agricultor y alcance de los sistemas de divulgación y extensión en el sector agropecuario.

14 - T R I G O

La producción nacional de trigo es de unas 110.000 toneladas en 102.000 hectareas y se importan alrededor de 200.000 toneladas al año.

El país cuenta con variedades mejoradas de altos rendimientos resistentes a las enfermedades, buen tipo agronómico y buena calidad panadera. Se dispone, igualmente, de información sobre densidades de siembra, fertilización, control de malezas, etc. y se han podido obtener, a escala comercial, en fincas de agricultores rendimientos superiores a las 7 Ton. de trigo por hectárea. Sin embargo, el área del cultivo ha venido descendiendo en los últimos años debido en parte a los siguientes factores:

1. Deficiencia en el mercadeo.
2. Costos de insumos elevados, lo que encarece la producción.
3. Falta de asistencia técnica y de crédito.
4. Falta de divulgación y extensión para que todos los agricultores se beneficien de los adelantos técnicos realizados por el ICA.
5. Desconocimiento de las ventajas comparativas con otros cultivos y con los ganados.

15- G A N A D O D E C A R N E

El problema principal para aumentar la productividad del ganado de carne radica en la aplicación de la tecnología conocida sobre los diferentes factores de producción como pastos y forrajes, nutrición, sanidad animal y fisiología. Por otra parte hay que suprimir los obstáculos que previenen el desarrollo de la industria, entre las cuales se tiene:

1. Bajo porcentaje de natalidad (50%) que es el factor limitante primordial del aumento de la población bovina del país.
2. Baja tasa de crecimiento (se venden los novillos aproximadamente de los 3½ a 4½ años de edad), la cual se relaciona directamente con la baja tasa de extracción. (13%).
3. Pérdidas debidas a enfermedades y paratismo (aftosa, brucelosis, bronquitis, etc.) las cuales causan mortalidad aproximada de 8.0% y pérdida de peso sin determinar.
4. Falta de un mejor aprovechamiento de los pastos cultivados (unas 16.000.000 más 40% del total) y la más adecuada utilización de los pastos nativos (60%).
5. Mayor divulgación de los resultados de las investigaciones.

16 - G A N A D O D E L E C H E

Si en las zonas altas y medias del país se aplicara la tecnología conocida en pastos y forrajes, nutrición, sanidad animal y fisiología, se obviarían los obstáculos que impiden el desarrollo de esta industria. Los obstáculos más importantes son:

- a) Baja producción de leche
- b) Altos consumos en la crianza de terneros
- c) Pérdidas ocasionadas por enfermedades y parasitismos.

- d) Aprovechamiento inadecuados de los pastos
- e) Falta de raciones balanceadas y económicas.

En cuanto a las zonas tropicales la deficiencia en la producción de leche se debe a la falta de desarrollo de razas apropiadas. Sin embargo, con la aplicación de sistemas probados de manejo de pastos y ganados es posible mejorar la productividad en las razas existentes.

17 - G A N A D O L A N A R

La industria ovina es ocupación de gran número de campesinos que tienen sus rebaños, en su gran mayoría criollos, no tienen orientación práctica y además sus tendimientos en carne y lana no sólo en cantidad sino en calidad son deficientes.

En el país hay vastas extensiones que se pueden dedicar a la industria ovina desarrollando programas tendientes a organizar los núcleos humanos en asociaciones, federaciones, cooperativas, etc., con miras a la estructuración de una industria fuerte. Además, es necesario mejorar los rebaños, empleando reproductores seleccionados para mejorar la producción de carne y lana. Sin embargo, es necesario aplicar la tecnología conocida para suprimir los siguientes obstáculos que frenan su desarrollo.

- a) Bajo porcentaje de natalidad
- b) Crecimiento tardío y baja producción de lana.
- c) Pérdidas en consecuencia de enfermedades y parasitismo.
- d) Falta de buen aprovechamiento de los pastos.
- e) Falta de rebaños grandes de tipo industrial y mejoramiento de los pequeños o de producción familiar.
- f) Mejorar la utilización de las lanas burdas en tejidos de tipo casero y artesanal.
- g) Utilización comercial de corderos como fuente de carne.

18 - P O R C I N O S Y A V E S

Los avances en el desarrollo de estas dos especies han sido muy notorios en los últimos años. Existe aún la necesidad de buscar fuentes de energía y proteína más económicas. Aplicando los sistemas conocidos de manejo y aprovechando las razas mejoradas, existentes se obviarían en gran parte los problemas de precocidad y producción ineficiente, como también las pérdidas económicas ocasionadas por diferentes enfermedades infecciosas y parasitarias.

**RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
DE COLOMBIA**

Darío Suęscún G.

SEMINARIO SOBRE CIENCIA Y TECNOLOGIA
PARA EL DESARROLLO

Ponencia presentada por:

DARIO SUESCUN G.
Director del Inventario Minero
y del Servicio Geológico Nal.

RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
DE COLOMBIA

ABUNDANTES:

Calcáreos - A todo lo largo y ancho del país se encuentran calizas y mármoles en casi todas las edades, desde el Paleozoico hasta el Pleistoceno. Es un recurso explotado en 13 fábricas de cemento para producir 2'000.000 de toneladas anuales de Cemento Portland. Además se produce algo de Carburo de Calcio, Cemento Blanco y Cal. Poco se explotan los calcáreos, y mucho se necesita, para Cal Agrícola como correctora de suelos ácidos.

Las Reservas son inagotables.

Carbón - Colombia posee CINCO MIL MILLONES de toneladas de carbón estudiado y explotable. Es muy posible que esta cifra pueda duplicarse explorando algunas cuencas desconocidas hoy.

La producción es muy baja, del orden de 3 Millones de toneladas anuales.

Los carbones colombianos son del Cretáceo Superior, del Paleoceno, Eoceno hasta Oligocenos, o sea que se trata de carbones jóvenes pero, por la intensa tectónica, se han transformado a hullas y algunos mantos son coquizables o aptos para carbones metalúrgicos.

Las principales cuencas hulleras son:

Cerrejón en la Guajira
La Jagua en Magdalena
Amagá - Titiribí - en Antioquia
Valle del Cauca
Cuenca de la Sabana de Bogotá
Cuenca de la Formación Guaduas en Boyacá
Piedemonte oriental de la Cordillera Oriental, en Meta.

Roca Fosfórica - Recientemente el Inventario Minero Nacional, dependiente del Ministerio de Minas y Petróleos y con la asesoría del U. S. Geological Survey, entre 1.964 y 1.968 encontró extensos y ricos yacimientos de Roca Fosfórica a lo largo de toda la Cordillera Oriental de Colombia.

Hasta hoy puede decirse que se han estudiado, a Reservas Probables, CIEN MILLONES de toneladas con contenidos superiores a 20% de P₂O₅.

Este recurso será muy valioso para el desarrollo de los sectores Minero y Agropecuario, pues insumirá mucha mano de obra en la explotación y elevará la productividad agrícola y ganadera con su aplicación a los suelos.

Materiales de Construcción - Son abundantes y de buena calidad los materiales para construcción; Piedras para fundaciones, materiales gradados para concretos, areniscas, esquistos y serpentinas para fachadas.

Hay rocas ígneas y metamórficas de buena calidad y belleza para explotarlas como materiales ornamentales, pero no se explotan.

Sal - Este recurso es sumamente determinante para el desarrollo del país, pues de él se derivan más de 120 productos.

Afortunadamente hay buenas reservas, tanto en yacimientos terrestres como en instalaciones marítimas en la Costa Atlántica.

El Inventario Minero Nacional encontró un nuevo prospecto muy promisorio en Tausa, al norte de Zipaquirá, que de resultar positivo como se espera, aumentará muchísimo las reservas de Sal para el área mediterránea de Colombia.

SUFICIENTES:

Petróleo y Gas Natural - Es un recurso no renovable de mucha trascendencia para el país.

Con Mil Quinientos Millones de barriles como reservas y una producción anual de 75 Millones de barriles, se agotarán en 20 años los yacimientos si no desarrollamos una intensa exploración y resolvemos una serie de problemas que mantienen estancada la industria petrolera colombiana.

Colombia posee 40 Millones de Hectáreas geológicamente favorables a la acumulación de petróleo y apenas se han probado con taladro 5 Millones de hectáreas.

El país produce anualmente 100.000 Millones de pies cúbicos de gas natural, que se utiliza en extraer gasolina, butanos y propanos (3%), en inyección a yacimientos para mantener la presión sobre los crudos (28%), como fuente de energía y materias primas (15%), como combustible en los campos de explotación (14%), y no utilizado y quemado al aire (34%).

Níquel - Un gran yacimiento de lateritas níquelíferas ha sido encontrado, estudiado y evaluado en Colombia.

En el Municipio de Montelíbano, departamento de Córdoba, un domo topográfico de una roca peridotítica presenta una rica concentración de níquel con un poco más de 60 Millones de toneladas de Reservas Probadas de mineral con un contenido de dos por ciento (2%) en promedio de níquel metálico.

Con inversiones iniciales de US\$44 Millones (8 para la explotación minera y 36 para la Planta Metalúrgica) se puede producir 25 Millones de libras de ferro-níquel anualmente, por un valor hoy en el mercado de 18 Millones de dólares, y las reservas alcanzarían para 70 años.

Un yacimiento localizado a 15 kilómetros al sur del anterior - contiene 20 Millones de toneladas de lateritas níquelíferas, con un promedio de uno por ciento (1%) en níquel metálico, que concentrados previamente a su transformación, adicionarían las reservas en forma sustancial.

Oro - Plata - Platino - Ha sido tradicional en Colombia la explotación de estos renglones.

Producción de Oro en 1.965:	9.838 Kilos por	US\$ 11'000.000
Producción de Plata en 1.965:	3.530 Kilos por	106.000

La explotación se hace tanto en minas de vetas como en aluviones. El platino solamente se explota en aluviones y, para esta ponencia, no fue posible al autor conseguir los datos de producción recientes.

Sulfuros básicos de Plomo, Cobre y Zinc. - Aunque en la actualidad no se explotan estos minerales para obtención industrial de cada metal, existen prospectos que se están evaluando por el Inventario Minero, por el Servicio Geológico y por la Promotora Metalúrgica de Medellín, que permitirán rendimientos económicos en yacimientos grandes y pequeños si se estimula su explotación.

Azufre - Aunque solamente la Mina del Volcán de Puracé con reservas superiores a 5 Millones de toneladas, es la única que se explota actualmente con una producción anual de 20.000 toneladas, fácilmente puede ampliarse la instalación, tecnificando los sistemas de minería y de beneficio, para producir 100.000 toneladas anuales.

En las áreas volcánicas de la Cordillera Central existen otros yacimientos de azufre, que se están estudiando pero presentan el inconveniente

niente de carencia de infraestructura vial.

Caolín y Feldespatos - Recientes trabajos oficiales han demostrado que Colombia posee recursos suficientes de estos minerales para el auto-abastecimiento de las industrias de cerámica y papel, siempre y cuando se instalen las pequeñas plantas de lavado de los minerales.

Esmeraldas - Las esmeraldas de Colombia son excepcionales en los mercados mundiales por su tamaño y calidad, pero este recurso ha presentado tantos problemas en su explotación y mercadeo, que merece un análisis especial el estudio de su incidencia en el desarrollo de sus posibilidades.

Escasos - Hemos considerado escasos, para el desarrollo económico del país los recursos de hierro, asbestos crisotílicos, yeso y Manganeso, más que todo porque falta una exploración detallada de sus posibilidades. Sin embargo, para el auto-abastecimiento pueden presentarse prospectos positivos.

PROBLEMAS Y SOLUCIONES -

Institucionales -

Los altos mandos gubernamentales y los poderes ejecutivo y legislativo, han tenido en Colombia una incoordinación casi total en cuanto hace referencia al desarrollo de los Recursos Naturales No Renovables.

Entre Ministerios no se conocen los programas que cada uno desarrolla y se presentan permanentes paralelismos, con sus respectivos criterios unilaterales, que desalientan, diluyen y desestimulan el desarrollo.

Igual cosa sucede entre el Poder Legislativo, que poco se ocupa de la expedición de Leyes modernas, y el Poder Ejecutivo que carece de personal técnico y capacitado, suplantado por personal incompetente pero de excelente capacidad de intriga social y política en la mayoría de los programas gubernamentales.

Se requiere crear un Comité Coordinador permanente, bajo la directa dependencia del señor Presidente de la República, que se encargue de asignar programas, de seleccionar ejecutivos capacitados y expertos en su ramo, de atender a la solución adecuada de los problemas anotados y, en fin, a manejar la riqueza mineral del país en función de un desarrollo dinámico.

Legislativos -

Este sí ha sido un tradicional problema en Colombia ya que ningún Parlamento se ha ocupado de actualizar los Códigos Mineros y Petroleros, que presentan incongruencias fatales para el país.

Es el caso, por ejemplo, que aún el Sector Minero se maneja con el Código de Minas del Estado Soberano de Antioquia vigente desde el Siglo XIX, con ligeras modificaciones hechas por Decretos-Leyes cuando se presentan problemas especiales de urgente solución.

O el del Código de Petróleos, único en el mundo que todavía otorga concesio

nes por 30 años, cuando la tecnología moderna puede agotar el petróleo primario y secundario de cualquier yacimiento en la tercera parte de ese tiempo y luego ningún beneficio económico revierte al país.

Dado que el problema legislativo, en el campo de los Recursos Naturales no Renovables, es de una envergadura tal en Colombia que requiere extensos debates, me limitaré a presentar algunos ejemplos significativos de lo que está por resolver:

a) - Por qué no se adecúan los contratos petroleros vigentes firmados antes de la Ley 10 de 1.961, a los términos de esta misma Ley, siendo que hay casos como el petróleo que se extrae en el Putumayo y que sólo paga tres y medio ($3\frac{1}{2}\%$) por ciento de regalías? Cómo es posible que, de una producción de 100.000 barriles diarios solamente la Nación perciba 3.500 barriles?

b) - Cómo se puede tolerar que concesiones petroleras, que producen menos de mil (1.000) barriles diarios, y en muchos casos solamente 19 barriles diarios, puedan retener áreas de 50.000 hectáreas congeladas a su favor?

Es necesario que las compañías beneficiarias en estos casos se limiten al área de drenaje de sus dos o tres pozos de producción o los vendan a la Empresa Estatal, para poder liberar las grandes extensiones de tierra congelada con tan aberrante sistema.

c) - Por qué mediante un acto ejecutivo, se le dá a una concesión petrolera un término de 50 años, fuera de la Ley que fija 30 años? (esto va con la Concesión Barco).

d) - Por qué el oleoducto de la Andian en lugar de revertir a los 50 años, en 1.971, ahora se cambió la cláusula de la reversión legal por una "opción de compra"? Cómo es que el Congreso no corrige ésto?

e) - A la empresa Estatal de Petróleos debe dársele participación inicial en todas las inversiones de exploración, explotación, refinación y transporte, por lo menos en un 49%, y futura opción de compra de refinerías, oleoductos, petroquímica, etc. después que las compañías extranjeras inversionistas hayan percibido un justo usufructo. Por qué nuestra legislación no obliga a ésto?

f) - Cómo es que un Código Minero legaliza situaciones de parálisis en la explotación de yacimientos ricos de minerales, necesitando el país ocupar brazos desempleados y crear riqueza, cuando dos o más compañías se engloban en un pleito civil de 10 años de duración sobre el derecho a la explotación de un yacimiento?

Falta de Capitales

Para el desarrollo del Sector Minero se requiere una entidad financiera que pueda despertarlo de su letargo.

**ANALISIS DE LOS PROBLEMAS QUE AFRONTA EL PAIS
PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION**

Sven Zethelius

ANALISIS DE LOS PROBLEMAS QUE AFRONTA EL PAIS

PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

Es un hecho universalmente aceptado que en el mundo actual solamente es posible el desarrollo si se tiene como base un sólido conocimiento de los recursos disponibles y se desarrollan técnicas que las aprovechen en las mejores condiciones.

Por otra parte, el acelerado progreso de los descubrimientos científicos tiene como resultado el rápido mejoramiento de las tecnologías y el envejecimiento de los sistemas usados, que vienen a ser reemplazados por los nuevos y se van volviendo antieconómicos. Por esta razón la investigación científica es requisito indispensable para el desarrollo y esa es la razón de que nos encontremos reunidos en este "Seminario sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo"

Esta situación universalmente cierta, se agudiza aún más en zonas en estado de desarrollo incipiente, y en zonas tropicales, debido al desconocimiento de la naturaleza que nos rodea, ya que por estar localizados todos los países desarrollados en la zona templada, allí se han acumulado también casi toda la investigación y tecnología.

Como antecedentes de este informe y de este Seminario podrían citarse los varios congresos científicos, reuniones y seminarios que durante los últimos años se han reunido en Colombia y otros países de la zona para discutir nuestras necesidades científicas y técnicas; entre ellos quizá el de Directores de Institutos de Investigación tecnológicas de Latinoamérica fue el que más claramente expuso y discutió francamente los problemas de nuestras investigaciones. También en el "Inventario del Año 2.000" con que culminó el "Año de la Productividad" había presentado el problema de los siguientes términos:

"Hoy buscan verdades en los laboratorios, más sabios, científicos y tecnólogos de los que tendríamos si pudiéramos reunir todos los que hasta el día de hoy han investigado en nuestro mundo conocido. Cada vez tenemos más misterios delante de nosotros, pero dejamos más luces detrás, más verdades conocidas y más aplicaciones posibles para el beneficio y progreso del hombre.

Aún criterios básicos sobre la mecánica misma del progreso han debido modificarse y en contra de ideas como la de que la acumulación de capital físico era lo más importante para el desarrollo, hoy las estadísticas muestran claramente que la cantidad de conocimientos acumulada por un pueblo es mucho más importante que su capital o sus instalaciones, y que la inversión más rentable de una nación es la educación.

Los famosos "Milagros" de recuperación de naciones devastadas y la posibilidad de grandes desarrollos y elevaciones en el nivel de vida de pueblos con grandes concentraciones humanas, como Bélgica o el Japón así lo han demostrado. Sin embargo, tan solo estamos asistiendo al amanecer de esta era

científica. Aunque cada día se acorta más aún existe un largo plazo entre el momento en que algo se descubre en un laboratorio y aquel en que, en forma amplia, constituye ya parte de los elementos comunes al servicio del hombre.

Además, las tecnologías fundadas en los más recientes descubrimientos científicos, se han desarrollado generalmente para satisfacer en la forma más perfecta y eficiente las condiciones de los países avanzados, donde los descubrimientos se están efectuando. Infortunadamente, el hecho de que casi todos los países con mayor capacidad y dedicación a la investigación se encuentren en las zonas frías de la tierra hace que los más abundantes recursos de los trópicos estén aún por descubrir y que gran parte de las nuevas técnicas no satisfagan idealmente las condiciones tropicales.

Este hecho, al desarrollarse, tiene la desventaja de producir un desequilibrio creciente, al mejorar solamente unas zonas, que llegan a tener gran producción y capacidad exportadora hacia aquellas que por no tenerla, no podrían ofrecer nada en cambio, pues por buscar los mismos productos con las mismas técnicas, no adaptadas, siempre estarán en desventaja.

Los más beneficiados por la ciencia desearían evitar ese desnivel y procuran enviar sus conocimientos a las naciones menos desarrolladas en forma de personal, docencia o tecnología, pero la diferencia de medios no los hace suficientemente útiles a los beneficiarios. Para restablecer el equilibrio es necesario aplicar la "Ciencia" directamente al "Tropico" para conocerlo y para manejarlo. Así el mundo tropical tendría aun propios productos, deseados por los habitantes de los países fríos, y éstos lo que los tropicales desean obtener. Así sí podrían crecer las relaciones comerciales y culturales. Así todo el mundo recibiría el impacto benéfico de la "Explosión de la Ciencia Experimental".

En este momento infortunadamente, las ciencias dedicadas a elevar los niveles de vida, elevan progresivamente los precios de los productos de los países más "Desarrollados", que los "Subdesarrollados" deben consumir, sin permitirles por otra parte a éstos la entrada al mercado, frente a competidores más tecnificados.

Por otra parte, los medios de comunicación informan a las masas humanas de las zonas subdesarrolladas, sobre las condiciones de vida y las comodidades y recursos que la ciencia ha puesto a servicio de otros hombres, induciendo en los que no pueden obtenerlas una sensación de deseo, frustración y rebeldía que se han venido llamando la "Revolución de las Expectativas Crecientes".

Poco conocedoras de los mecanismos de progreso científico y privado de medios visibles de alcanzar objetivos definidos, esas masas humanas son presa fácil de doctrinas destructivas que las llevan a imaginar que la solución se encuentra en destruir cuanto existe, sin ver que mientras más destruyen menos van a tener. Sería necesario mostrarles cómo sí hay posibilidades de alcance de la mano. Cómo es nuestra función crear el nuevo trópico en las bases científicas del siglo XX y preparar el del siglo XXI.

Realmente por el camino planteado, hasta hoy seguido y por lo tanto el que nos muestra la extrapolación de gráficas, no vamos a ninguna parte. Quizá

a una supervivencia resignada en infra-condiciones o a la desaparición en un acto de autodestrucción. Si no somos capaces de crear y usar nuestras tecnologías para nuestros medios y desarrollar nuestra sociedad en su medio propio, acorde con sus orígenes antropológicos e históricos y en situación apropiada para avanzar en los campos de la inteligencia y el espíritu, sólo serviremos en el término de diez años como colonias económicas, o a lo más debido a nuestras materias primas, energía y espacios disponibles, como campo apropiado para ser invadidos por empresas e individuos "Desarrollados" que sí tuvieran capacidad de beneficiarse con nuestros recursos. Aún si hacemos un esfuerzo notable para importar ciertas industrias con el deseo de competir encontraremos que habiendo sido desarrolladas para condiciones de economía, mano de obra, disponibilidad de materia prima, consumo de subproductos, medios de transporte, mercados y aún temperaturas y presiones distintas, estarán siempre en posición desventajosa en relación con las que operan en los países de origen. Además nos llega frecuentemente el material que ya está entrando en desuso, desplazado por técnicas más recientes y eficientes.

Las consideraciones anteriores nos muestran cuán inútil y desesperado es el correr tras los países avanzados en la clásica espiral del desarrollo cuando, aún teóricamente, jamás podríamos alcanzarlos.

Felizmente, si nos independizamos de esos esquemas, si volvemos la vista a nuestro mundo y pensamos en forjar nuestro futuro, la visión que se presenta es muy diferente. No es fácil sin embargo mantener esa independencia de visión ni conseguir que ella alcance a penetrar en las mentes y voluntades de los individuos de niveles culturales menos evolucionados. Pero tendremos que lograrlo si hemos de triunfar.

Toda la diferencia en las visiones del futuro proviene del punto de vista científico desde el cual se plantean y del objeto que se persiga.

Si nuestro objetivo fuera llegar a ser iguales a los habitantes de tal o cual país "Desarrollado" con sus costumbres, necesidades, instrumentos, medios y problemas, todos ellos alcanzados como resultados de condiciones sociales, ecológicas, culturales e históricas distintas a las nuestras y frecuentemente lejos de ser satisfactorias estaríamos perdidos. Las soluciones ofrecidas por la ciencia del siglo XXI y por las materias primas que sólo se consiguen en las zonas nórdicas, no nos lo permitirían. Además los ideales de máxima producción y eficiencia mecánica aún a expensas del hombre, de su libertad, tranquilidad y valores humanos y espirituales, quizá no sean los que más nos convienen o los que serían capaces de motivarnos en el esfuerzo que tendremos que realizar, o satisfacernos una vez alcanzados. La experiencia nos muestra cómo, quienes en ellos cifraron sus esperanzas y con su esfuerzo los alcanzaron, son hoy los menos satisfechos.

Pero 1966 o 1967 no son el siglo XIX y Colombia o América tropical no son Europa, ni Estados Unidos, ni Asia. La ciencia en lo que va corrido en este siglo, como lo vimos ya, se ha cambiado desde sus cimientos mismos y su aplicación a la tecnología, ha hecho que quede anticuado todo lo que hace pocos años existía.

Esta explosión de la ciencia y el nuevo mundo que ella va presentando a nuestra vista, trae entre otras cosas los elementos de nuestro futuro. Las únicas técnicas exitosas del mañana serán las que se preparen hoy. Las de ayer ya están anticuadas. Y quienes con menos lastre pueden iniciar el avance, son aquellos que no tienen que arrastrar el peso de enormes capitales anclados en instalaciones ya existentes y en estructuras solidamente empujadas en su propia vida.

Los "Subdesarrollados" podríamos iniciar procesos tecnológicos basados en la ciencia de hoy y por lo tanto adelantados en algunos casos en medio siglo o más, en relación con los que operan en las zonas económicamente avanzadas. Ya no se trataría de recorrer, detrás de los demás, la espiral del desarrollo. La ciencia, al ser aplicada nos permite saltar las espirales de dicho desarrollo y tomar la vanguardia de muchos procesos, lo que pone en nuestras manos, para bien de todos, productos competitivos en los mercados internacionales, los que entonces si podrían desarrollarse normalmente, ya que tendríamos qué ofrecer a cambio de lo que deseáramos adquirir, en condiciones de equivalencia.

Pero hay algo aún más importante. El mundo, mirado con los ojos de la ciencia actual, nos presenta un trópico manejable por el hombre, que ya sometió a su control los insectos y las enfermedades que por siglos impidieron su operación. Un trópico en que las materias primas de la industria química, de hoy y de mañana, se acumulan como en ninguna otra zona del globo. Colombia posee además del petróleo, enormes reservas de carbón que a la vez no sean consumidas como combustible ya que son verdaderas materias primas de la industria mundial del siglo XX y del XXI. Pero además de estos materiales fósiles, energía solar acumulada durante millones de años, poseemos y poseeremos, en condiciones de privilegio sobre los países no tropicales, esa energía solar que en forma más directa que a los demás y en operación continua día tras día se derrama sobre nosotros, para ser convertida en millones de productos conocidos y desconocidos a través de miles de plantas, laboratorios milagrosos, capaces de suministrarnos cuanto hoy consumimos y centenares de otras cosas hoy aún desconocidas. Como además trabajan a temperatura más alta y regular, su eficiencia es mucho mayor en el trópico que en los países fríos. Sin embargo, por las condiciones en que se desarrolló y fué trasplantada a la América nuestra actual civilización aún estamos acostumbrados a utilizar los elementos que fueron más usados por los europeos en desarrollo, con el olvido frecuente no sólo de los productos desconocidos que el trópico podría brindarnos, sino aún de los que las antiguas civilizaciones tropicales usaban con éxito y que yacen en el desván de las cosas inútiles y olvidadas, a pesar de ser frecuentemente mejores para nuestras condiciones que los que con grandes esfuerzos insistimos en importar. Eso nos explica cómo el Perú alimentaba mucho mejor que hoy una población superior a la actual, bajo el imperio de los Incas:

La historia y la arqueología han destruido el mito de que las grandes civilizaciones sólo pueden desarrollarse en los climas fríos. La India, Java y Egipto, además de nuestras grandes culturas americanas prueban lo contrario. Los recursos tropicales son más que suficientes para desarrollar las más prósperas comunidades, aún sin los nuevos recursos de la ciencia. Con estos recursos nuestro mundo, puesto al servicio del hombre, nos presenta condiciones

Óptimas para liberarnos y avanzar por el camino real de la evolución del hombre, como personas y como comunidad.

Si fuéramos a examinar ya en concreto nuestras fuentes de recursos nos haríamos interminables, pues deberíamos cubrir toda la gama de los productos minerales, que abundan, los de origen vegetal conocidos y por descubrir, las enormes fuentes de energía aún desperdiciadas y principalmente el veneno de las nuevas tecnologías desarrolladas para ser eficientes en el trópico y para satisfacer al hombre del futuro.

Unos pocos ejemplos son suficientes para abrir nuestros ojos a esa nueva visión. Así, en el campo de los metales nos encontramos con que la ciencia química hoy cuenta con el conocimiento de muchísimas reacciones que pudieran llevarnos a extraer y separar metales por su solución en ciertos medios y su precipitación a partir de ellos. Podría imaginarse la revolución que esto supone al producir la eliminación de los complicados y costosos sistemas actuales? Ante hechos como este es posible dar validez a la extrapolación de curvas, establecidas en función del crecimiento por acumulación de sistemas existentes? obviamente no.

En este campo metalúrgico ya hay grupos, aún pequeños pero muy valiosos en Chile y Argentina, dispuestos a colaborar con Colombia y Venezuela y con todos los demás hermanos subdesarrollados y desarrollados. México ya está explotando hierro mediante reducción de minerales en lechos fluidizados sin tener que usar el alto horno, aparentemente con gran ventaja económica. Sería posible que de la noche a la mañana las gigantescas siderúrgicas alemanas o francesas, inglesas o norteamericanas, abandonaran sus altos hornos? Ello no puede ni pensarse. Claro está que lo harán probablemente a la larga, o desarrollarán nuevas técnicas. De nuevo los beneficiados serán todos, pero el desequilibrio habrá disminuido favorablemente.

En el campo de los productos de origen vegetal nuestra ignorancia es increíble. Teniendo a nuestra disposición la mayor parte de las plantas del mundo, encontramos que en gran parte no están ni siquiera clasificadas y que aquellas que lo están, el porcentaje cuya composición es conocida y cuyos usos medicinales o aún alimenticios son aprovechados, es ínfimo. A pesar de ello, el trópico ya ha dado al mundo valiosísimos productos que serían muy largo enumerar y hoy como ejemplo notable, tenemos el de el impulso que a la Química de las hormonas está imprimiendo México, mediante el uso y transformación de productos naturales desarrollados en sus laboratorios de investigación.

Sin embargo, no solamente dependemos de otros países para la mayor parte de nuestras medicinas, algunas de las cuales son solo productos tropicales ligeramente modificados, sino que debemos importar alimentos, almidones y aceites, que con un pequeño estudio y esfuerzo podríamos ofrecer a los demás países en mayor variedad y cantidad. En Colombia es un problema grave el de la escasez de trigo en las zonas frías, mientras yacen olvidadas la yuca, la achira y muchas otras raíces amplia y exitosamente utilizadas por los aborígenes y todos los cereales que alimentaron a nuestros antepasados tropicales. Y no es porque pequeñas diferencias los hagan no deseables, ya que por una parte los gustos pueden adaptarse y por otra, precisamente la tecnología de los alimentos hoy nos permite modificar sabores, olores y apariencia física de los alimentos, según nuestros gustos.

El Instituto de Investigaciones Tecnológicas de Colombia y entidades similares van muy adelante en este campo, aunque el público aun no haya podido hacerse consciente de los cambios que empiezan a producirse. Los botánicos y tecnólogos brasileros y universidades agrarias del Perú avanzan rápidamente en estos estudios cuyos beneficios estarán muy pronto a nuestro alcance.

Por otra parte, no sólo desperdiciamos los recursos de la tierra sino también los del mar. Todos conocemos como Perú desde una posición sin importancia se colocó en menos de diez años a la cabeza de la industria pesquera del mundo en la producción de harina de pescado, que hoy se distribuye por los mercados de todos los continentes. Debemos recordar que la captación de energía solar por fotosíntesis es muchas veces mayor en medio acuoso que en la tierra y por lo tanto nuestros mares, lagos y ciénegas son campos potenciales de cultivo más productivos que la mejor de las tierras. Los cultivos de microorganismos comestibles y el abonamiento de brazos de mar son ya técnicas perfectamente probadas. Y si volviendo a la tierra estudiamos los datos agrícolas que indican como, aún países con menos luz, la producción frecuentemente se ha multiplicado por diez o más, sólo por el uso de técnicas y abonos apropiados, y que además la mayor parte de nuestro suelo no está cultivado, contaríamos con los datos que explican cómo podríamos esperar florecieran para el año dos mil felicísimas civilizaciones tropicales con densidades de población muchas veces superiores a la actual. Los varios factores de multiplicación citados así lo indican. Ojalá seamos nosotros y nuestros hijos quienes creemos y disfrutemos dichas sociedades pues si resultáramos incapaces, ya habrá millones de individuos dispuestos a gozar de nuestros recursos e invadir esta rica zona débilmente poblada y desarrollada del planeta. Como decían los antiguos "La naturaleza tiene horror al vacío."

Pero a pesar de que la conciencia de que la solución futura de nuestros problemas se basa en la investigación de nuestros recursos y en su eficiente utilización, mediante tecnologías desarrolladas para satisfacer nuestras condiciones características ya se va abriendo paso, como resultado del desarrollo nacional, dicha investigación es aún muy difícil.

Los motivos de este fenómeno son múltiples y en el documento corto que ustedes recibieron indiqué los tres grandes grupos que considero afectan en forma general cualquier proyecto de investigación, o sea, la escasez de personal, la escasez de elementos y la falta de motivación y ambiente investigativo.

Creo sin embargo, que en este momento, cuando el país ha entrado en una fase de actividad y desarrollo que debiera comprometer a todos los colombianos, el problema de la falta de motivación ya podría ser descartado.

Por otra parte, el conocimiento de los beneficios económicos y sociales que resultan de un progreso sólidamente fundado en la ciencia, ha hecho que se piense seriamente en dotar a Colombia y a Latinoamérica de los elementos materiales que requieren los investigadores y de organizaciones que permitan su actividad y aumenten su eficiencia.

Supuesta la solución del estímulo y de los elementos físicos, quedaría el problema del elemento humano. Este es claramente insuficiente y no deberán ahorrarse esfuerzos para aumentar el número de nuestros científicos mediante la creación y fortalecimiento de los niveles de post-grado en las Universidades que puedan hacerlo en forma eficiente, y el envío al exterior para su especialización de un gran número de nuestros profesionales. Pero a más corto plazo y en forma más firme, la solución podría buscarse mediante la mejor utilización del personal existente.

Dicho personal ha demostrado su interés por el país permaneciendo en Colombia. Conoce ya la realidad nacional con la cual se ha mantenido en permanente contacto durante su ejercicio profesional y los problemas cuya solución desearía buscar, y frecuentemente, aún en circunstancias adversas, ha hecho notables esfuerzos en favor de la investigación. Esta auto-selección es un elemento valioso para la iniciación de un programa de alcance nacional. Posteriormente los nuevos profesionales vendrán a reforzar aún más todo el proyecto. Así se evitaría el peligro de que el personal atraído por la existencia de equipos y fondos, pero sin el interés necesario en el desarrollo del país o sin el conocimiento de sus necesidades, redujera inconscientemente la eficiencia del proyecto.

No es sin embargo posible retirar repentinamente de las universidades y de la industria el personal científico que allí trabaja, pero sí sería posible aprovechar sus capacidades mediante varios sistemas.

En primer lugar sería deseable que todas las entidades universitarias e industriales se unieran al esfuerzo investigativo aportando su personal y equipos, además de su interés por sus propios problemas, cuya solución debieran buscar dentro del mismo ambiente investigativo del país, ayudados por la colaboración de todo el sistema.

En segundo lugar el personal hoy dedicado a industrias en que la investigación no sea posible, podría colaborar con las universidades u otras entidades científicas, con lo cual además tendría oportunidad de actualizar sus conocimientos y reavivar su interés por el progreso de la ciencia y del país.

Y finalmente, en las universidades mismas y en las entidades dedicadas total o parcialmente a la investigación podría elevarse el aporte científico del personal superior, liberándolo de una gran cantidad de labores de tipo administrativo y aún puramente mecánico que hoy, dentro de un sistema de economía mal entendida, suelen absorber una parte del tiempo de quienes podrían estar adelantando o dirigiendo investigaciones fundamentales. Creo que muchos miles de horas de trabajo científico podrían ser liberadas por mecanotiquigrafías y secretarías si se tuviera la conciencia del valor del trabajo científico posible, que hoy se pierde.

Además no sólo podrían aumentarse las horas científico del país retirando los profesionales de sus labores secundarias sino que su capacidad de producción podría elevarse muy notablemente mediante la colaboración de personal auxiliar de nivel medio o inferior que puede ser fácil y rápidamente entrenado para cumplir labores mecánicas y rutinarias que hoy con frecuencia debe adelantar personalmente el científico.

No sería difícil que la simple financiación de los proyectos de investigación permitiera a las universidades contratar ese personal auxiliar y dedicar sus científicos a colaborar en la solución de los problemas que las industrias o la nación les hayan encomendado.

Hay centenares de profesores que, a pesar de las dificultades, han venido adelantando investigaciones o buscando la posibilidad de hacerlo. Lo mismo podríamos decir de muchos científicos empleados en la industria. Muchas universidades por su parte están trabajando en condiciones precarias, pero eficientes y fáciles de fortalecer, en la investigación de nuestras plantas, suelos, mares, minerales, flora, fauna, técnicas de explotación, fuentes de energía, control de materias primas y solución de problemas de toda índole.

Un proyecto de desarrollo auspiciado por la nación que a través de un Consejo Nacional de Ciencias facilitara las operaciones, consiguiera la voluntad de colaboración de los gerentes y directivas de la industria y financiara aquellos proyectos que fueren de mayor importancia para el país, suministrando en forma ágil y fácil los materiales que la investigación requiere y si es el caso encargándose del control económico, podría sin mayor estructura burocrática poner en movimiento, coordinada y armónicamente, una enorme potencia investigativa.

También las industrias y muchos grupos privados podrían colaborar, si se les ayuda, en la creación de centros de investigación y desarrollo que los llevaran al montaje de nuevas industrias, o a la explotación de nuevos recursos.

Muchas universidades ya han establecido conexiones con la industria a la cual ayudan técnicamente. En el caso que personalmente conozco de la Facultad de Química (hoy departamento) de la Universidad Nacional, sus laboratorios de equipos especiales, se buscaron y se instalaron con el propósito expreso de dotar al país de un instrumento de investigación de alto nivel y los industriales y profesionales egresados colaboraron ampliamente en el esfuerzo, así como en el establecimiento de las condiciones necesarias para continuar la preparación del personal egresado a niveles superiores y permitir la investigación y solución de los problemas químicos de Colombia. Esta ayuda ya se está prestando, pero en escala muy reducida, por las razones antes expuestas. Sin embargo son ya centenares las tesis investigativas sobre productos o técnicas colombianas que se han desarrollado en nuestros laboratorios desde 1946 y las consultas y problemas resueltos para el gobierno y los particulares. También se han adelantado proyectos de colaboración con entidades nacionales e internacionales. Ojalá se consiguiera coordinación con otras universidades del mundo para acelerar éstos estudios tropicales. Ya hemos solicitado también ayuda internacional para investigar problemas que cubren desde los fundamentales de la fotosíntesis en el trópico y de las deficiencias de elementos menores, hasta los de las razones de la fijación anormal de fósforo en nuestros suelos y el estudio de la posible industrialización de nuestros recursos mineros para resolver los problemas de deficiencias minerales en nuestras plantas, en nuestros animales y en nosotros mismos.

También los archivos del Instituto de Investigaciones Tecnológicas, del Laboratorio Químico Nacional, del Instituto de Asuntos Nucleares y de industrias como Bavaria y otras, a más de muchísimas universidades, son prueba

de lo que en tan pobres condiciones se ha hecho muy satisfactoriamente y demostración de lo que podría hacerse, si el desarrollo de la ciencia y la tecnología, convertidos en un propósito nacional, se impulsan convenientemente.

ANALISIS DE LOS PROBLEMAS QUE AFRONTAN LAS UNIVERSIDADES COLOMBIANAS
PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

Ramiro Tobón R.

ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS QUE AFRONTAN LAS UNIVERSIDADES COLOMBIANAS

PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

PRIMERA PARTE - (Resumen)

Introducción

Aun cuando el análisis se ha limitado a las universidades, la mayoría de los problemas que se enuncian se presentan también a los institutos de investigación. La situación de las universidades presenta algunas situaciones particulares que es conveniente analizar en un contexto un poco más amplio. Se ha evitado hacer un recuento de los logros alcanzados en el campo investigativo, para mantener la brevedad de presentación necesaria en estos Seminarios. No se pretende en ningún momento desconocer la labor realizada hasta ahora, sino que por el contrario se ha tratado de analizar los problemas cuya solución, haría más efectiva la labor investigativa que se desarrolla en varios centros universitarios e investigativos del país.

Problemas

El problema central es la falta de un ambiente adecuado para la investigación, entendiendo por ambiente el cúmulo de factores que contribuyen a dar al investigador las facilidades, las oportunidades de intercambio con otros investigadores y la ayuda técnica necesaria. Entre estos factores se destacan los siguientes:

- a. Falta de personal altamente calificado, en número suficiente y con especialidades complementarias que permita un intercambio efectivo. En otras palabras el investigador todavía está muy aislado en su trabajo y debe poseer un alto grado de autosuficiencia para poder operar en el país. La especialización en el exterior causa problemas de adaptación, pues no se ajusta bien a las necesidades del país. Es necesario seguir especializando personal en el exterior, pero debe tenerse cuidado especial con estos problemas y dar máxima prioridad al desarrollo de programas graduados propios.
- b. Existen ya dotaciones físicas en algunos sitios, pero es necesario complementarlas y crearlas donde no existan. Generalmente es más fácil financiar la inversión necesaria para equipo y locales adecuados que obtener la financiación adecuada para el sostenimiento de los gastos diarios y para la contratación de personal auxiliar. Las dificultades para importaciones son excesivas.

- c. En general las bibliotecas universitarias y de institutos de investigación no están equipadas para servir adecuadamente a las necesidades de la investigación y el costo de ponerlas al día está mas allá de las disponibilidades financieras de la mayoría de las instituciones.
- d. Apenas se inician algunos programas de graduados que empiezan a dar disponibilidad de personal capacitado para colaborar en investigaciones. También hay gran escasez de personal técnico auxiliar que pueda realizar labores de rutina. Estos dos factores hacen que el investigador deba realizar por sí mismo una serie de labores que le restan efectividad y que hacen frustrante su labor.

Posibles Soluciones

Para lograr la creación del ambiente adecuado a la investigación es necesario proveer los medios para solucionar las situaciones enumeradas arriba; para ello se sugieren algunas medidas sin pretender que ellas sean las únicas posibles, sino con el objeto de dar base a la discusión.

- a. Crear un Fondo Nacional que, a través de las instituciones existentes, fomente y financie programas de investigación, especialmente aquellos que vayan a dar la base para el establecimiento de programas graduados o que fortalezcan programas graduados existentes. Tales programas deberían tener la máxima prioridad.
- b. Estimular un mayor intercambio de ideas y de información entre los investigadores del país. Dicho intercambio tendría como resultado natural una mayor coordinación y evitaría duplicaciones. No se considera conveniente la creación de una institución coordinadora a nivel nacional.
- c. Fortalecer las bibliotecas existentes y establecer un sistema eficiente de suministro de fotocopias o copias xerox entre ellas. Para este fin se requiere financiación adicional a la que pueden aportar las universidades e institutos.
- d. Buscar soluciones al problema de la formación de personal técnico. Las universidades no están en capacidad de financiar totalmente los costos de tales programas, pero si deben intervenir académicamente en ellos. Se sugiere una colaboración entre el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y las Universidades.

Los puntos anteriores se han tratado a mayor espacio en la parte segunda de esta ponencia.

SEGUNDA PARTE.-

I.- Introducción.-

En este corto escrito se ha pretendido enumerar y analizar los principales problemas que se le presentan al investigador universitario y como es natural al tratar de enfocar el panorama total del país, se presentan situaciones generales, que algunos grupos pueden haber resuelto parcialmente. Muchos de los problemas que se van a analizar se presentan también a investigadores en Institutos no docentes, pero se ha limitado el análisis a los problemas en las Universidades, por ser ese el campo en el cual el autor posee una mayor información y conocimiento de la situación.

Antes de entrar a tratar los problemas, debe advertirse que el análisis se ha limitado a ellos y deliberadamente se ha evitado analizar los logros alcanzados en el campo de la investigación. Debido a esto el documento puede dar la impresión de que el autor mira con pesimismo el desarrollo de la Investigación en el país y es bueno aclarar que no es este el caso, sino que por el contrario se estima que las soluciones posibles están dentro de la capacidad del país y que pueden lograrse en plazos o menos corto, dependiendo claro está de la actividad que se despliegue y de los medios que puedan ponerse al servicio de la investigación.

II.- Antecedentes.-

a.- Tradicionalmente las Universidades colombianas se habían limitado a la preparación de profesionales a niveles no graduados y con un énfasis mayor en la aplicación de conocimientos y técnicas desarrollados en países europeos y norteamericanos. La preparación de estos profesionales ha sido en general bien fundamentada y ellos desarrollaron y desarrollan investigaciones de gran valor para el país. No se trata pues aquí de menospreciar ni de desconocer la labor realizada hasta ahora por profesionales colombianos, se trata en cambio de hacer notar el hecho de que, hasta fecha relativamente reciente, las universidades no estaban formando personal en Ciencias básicas a niveles no graduados ni Ingenieros a niveles graduados y que solo en los últimos años se ha notado un incremento considerable de los planes de estudios de Ciencias básicas y se han iniciado programas graduados en Ingeniería y Ciencias.

La investigación y el desarrollo de programas docentes han estado a cargo en su mayoría de profesionales especializados en el exterior, o que gracias a su propio esfuerzo y superación constantes han logrado un nivel equivalente y tienen el respaldo de una amplia experiencia.

- b. La carencia de programas de investigación y de profesionales y científicos preparados a los más altos niveles académicos y técnicos hicieron que el desarrollo industrial del país se basara en gran parte en la adaptación de técnicas extranjeras y a veces fuera un simple trasplante de técnicas. En los últimos años la industria ha empezado a realizar investigaciones y se ha producido una demanda de personal preparado a niveles graduados.
- c. Las Universidades han empezado a cambiar sus estructuras tradicionales de escuelas profesionales y a organizarse en forma departamental; al mismo tiempo han introducido Estudios Generales en sus planes de estudio, siguiendo, en líneas generales la filosofía de lo que se ha llamado "liberal arts" en los Estados Unidos. Esta ruptura de los marcos tradicionales ha hecho necesaria la formación acelerada de personal en ciencias básicas, aprovechando aquellos profesionales (médicos, ingenieros, licenciados en educación, etc.) que muestran una vocación científica. Esta debe ser necesariamente una solución de emergencia, pues de continuarse con este patrón se produciría un tremendo desperdicio. Para convertir a un médico o a un ingeniero en científico es necesario pasar por todo un proceso de reorientación y formación en disciplinas científicas de las cuales sólo ha adquirido un conocimiento limitado dentro de su carrera profesional. Este proceso requiere demasiado tiempo y por ello no es la forma más eficiente.

III. Los Problemas

Con el objeto de poder centrar la discusión se han escogido los problemas que se han considerado más importantes. No se pretende entonces que este corto artículo contenga una lista exhaustiva de todos los problemas que se presentan o que pueden presentarse para la investigación.

1. Personal y Ambiente

Los hechos anotados en las apartes II-b y II-c han producido una gran demanda de personal calificado, que en el campo de Ciencias básicas el país no estaba en capacidad de cubrir. También hay escasez de personal con títulos superiores en Ingeniería, pero en Ciencias la oferta de personal preparado aún a niveles no graduados ha sido prácticamente inexistente. Sólo en los últimos años se ha empezado a graduar personal a nivel básico (B.A. o B.Sc.) en Ciencias y el país debe depender en gran parte de la especialización de personal en el exterior, proceso demasiado lento y costoso.

La necesidad de desarrollar docencia en campos para los cuales no existía experiencia previa en el país ha hecho que sobre el reducido número de personas calificadas recaigan múltiples responsabilidades administrativas y de planeación que limitan el tiempo que dichas personas pueden dedicar a la investigación. Deben ellos preocuparse, no sólo por los problemas del desarrollo de sus propias áreas, sino que deben buscar métodos de educación más eficientes, que le permitan a la universidad atender a la creciente y cada vez más angustiosa demanda de cupos universitarios: planear el desarrollo de los programas de estudio a nivel no graduado, estructurar los cursos correspondientes y colaborar en el planeamiento físico y académico de la expansión universitaria.

En resumen es necesario aumentar considerablemente el personal calificado en ciencia y tecnología, para atender a la demanda combinada de los diferentes factores enunciados.

En los países desarrollados el investigador disfruta de un ambiente académico y científico adecuado y no se demanda de él tanto en el campo administrativo y de planeación. En las Universidades las cargas docentes son bajas y las remuneraciones son competitivas con la industria. Tiene oportunidades para discutir y analizar sus problemas con colegas y con especialistas en otros campos y cada vez más lleva a cabo una labor de equipo con participación interdisciplinaria. Como consecuencia lógica de este estado de cosas, la preparación a nivel graduado está orientada a producir un científico altamente especializado en un campo reducido, que podrá realizar trabajo en equipo con investigadores más avanzados en su campo o en campos afines, de aquí que cada vez sea más frecuente el trabajo posdoctoral antes de lograr una cierta "independencia" en la investigación.

Lo anterior crea problemas serios de adaptación y limita las posibilidades de investigación de personal colombiano especializado en el exterior, que regresa a prestar su concurso a institutos y universidades y es uno de los factores que contribuye a la "fuga de cerebros" de que tanto se ha hablado últimamente. No se pretende con esto desalentar la especialización de personal en el exterior, ella es necesaria y debe aumentarse en número y calidad, pero deben tenerse muy en cuenta las limitaciones y problemas que se crean y prepararse para afrontarlos en forma adecuada. Puede ser aconsejable prolongar la permanencia de personal colombiano en el exterior con el objeto de que se familiarice más con técnicas y problemas de campos afines al de su especialidad y darle así una base más amplia que le permita desenvolverse mejor en nuestro medio.

Aun cuando puede haber excepciones, es justo decir que en general las universidades y los institutos de investigación no han logrado crear aún un ambiente, un "clima", adecuado a la investigación, no sólo por el problema de falta de personal, sino también por los demás que se discutirán a continuación.

También hay gran escasez de personal técnico auxiliar cuya capacitación le permita realizar labores rutinarias de servicio y mantenimiento. Otro aspecto importante es la carencia de estudiantes graduados de que se hablará en el punto 4.

2. La necesidad de enseñar ciencias a un mayor número de estudiantes y la creciente demanda de más y mejores cursos de ciencias para la formación de profesionales ha implicado una considerable inversión de recursos en equipo de docencia y ha limitado las cantidades disponibles para equipo más avanzado y por lo mismo más costoso, que pueda servir fines docentes e investigativos. Este mismo factor resta disponibilidad financiera para atender a los gastos de sostenimiento que demanda la investigación, para suministros, reactivos, etc. y para pago de personal auxiliar.

A pesar de estas dificultades se han hecho grandes esfuerzos para mejorar las dotaciones físicas de las universidades e institutos y se han hecho inversiones o existen planes para mejoramiento de facilidades locativas. Estas acciones han llevado a varias universidades al punto de desarrollo en el cual una ayuda y un estímulo relativamente pequeños puede tener un gran impacto y hacer que la inversión en investigación sea productiva. Pero cuando aquí se habla de productiva se está pensando más en términos de producción intelectual que en términos de productividad económica. Por su misma naturaleza, y mirada desde el punto de vista económico, la investigación básica es esencialmente una inversión a largo plazo. La investigación aplicada o tecnológica puede dar beneficios a más corto plazo, pero desde luego no debe ser éste el único criterio que rijá una política de inversión en investigación.

Es imposible evaluar en términos económicos lo que un programa de investigación aporta, a largo plazo, al desarrollo económico de un país, aun cuando dicho programa no se plantee en ningún momento con miras a un rendimiento económico. Lo que puede lograrse a través de él en experiencia, en confianza del equipo de investigadores y en desarrollo de los recursos humanos no es fácilmente cuantificable. El Dr. Frederick Harbison (1) de la Universidad de Princeton en su libro "El Desarrollo Económico y las Inversiones en Educación" expone algunos hechos y dá algunas opiniones que son interesantes y apropiadas:

"Según la opinión de economistas eminentes, menos de una tercera parte del aumento del ingreso nacional en los países tiene su explicación en aumentos cuantitativos de los factores de producción, como el capital y la mano de obra. El "remanente" puede explicarse por mejoras de orden cualitativo de estos factores que incluyen cosas tales como un capital más productivo, recursos humanos más productivos, economías de escala y otros factores. A pesar de que todavía no se ha efectuado un análisis del remanente, los factores más importantes parecen ser el mejoramiento de los recursos humanos, por medio de la educación, el adiestramiento, mejor salud, etc., así como el desarrollo de los conocimientos y de la tecnología que, por supuesto, están íntimamente ligados a la educación. De ahí que pueda deducirse que la riqueza de una nación está tan supeditada al desarrollo de los recursos humanos, es decir, al adelanto del ser humano y de las instituciones, como a la acumulación de capital material.

No obstante, nada se gana con discutir cual es más importante si el capital material o el capital humano. Para alcanzar un crecimiento acelerado ambos han de acumularse con enorme rapidez".

3. Otro factor que ha venido incidiendo en forma negativa sobre el desarrollo de investigación, tanto en universidades como en institutos es la falta de material bibliográfico suficiente para las necesidades de investigación. El crecimiento de la población estudiantil y la apertura de nuevas líneas profesionales han hecho necesaria la inversión de considerables recursos en la adquisición de material bibliográfico para atender a los niveles no graduados.

El costo de las publicaciones periódicas sube constantemente y su número aumenta con tal rapidez que será muy difícil mantener al día muestras bibliotecas y más difícil aún adquirir colecciones completas.

4. En los países desarrollados la productividad de los investigadores es mayor que en el nuestro, gracias a un mejor ambiente científico y tecnológico, a mejores facilidades físicas y financieras y en grado no menor a la existencia de estudiantes graduados que son el principal factor de multiplicación de la labor del investigador. Antes se mencionó el problema de desadaptación que se presenta con el personal que regresa del exterior y que ha recibido una preparación no adecuada totalmente a las necesidades y condiciones de trabajo que existen en el país. Con relación a este problema el Dr. Jerome Daen, (2) de la Fundación Nacional de Ciencias de los Estados Unidos decía que el "progreso hacia la meta de entrenamiento avanzado se ha logrado mediante especialización a nivel de magister y doctor en universidades extranje-

ras. Aun cuando éste es un método efectivo, tiene desventajas, entre otras, su costo, el hecho de que dan un tipo de entrenamiento avanzado que no se ajusta completamente a la situación colombiana y también que no permiten desarrollar una independencia en Colombia con la suficiente rapidez", y más adelante agregaba: "Muchas de estas desventajas se obviarán a medida que los programas graduados se establezcan y crezcan en extensión y calidad".

El establecimiento de programas graduados demanda la existencia de programas de investigación que puedan usarse para preparar adecuadamente a los estudiantes graduados y a su vez, la investigación no podrá lograr toda su efectividad y productividad sin tales programas graduados. Es necesario pues promover y estimular la investigación, especialmente cuando ella va a dar la base, la fundamentación de programas graduados y es necesario darse cuenta de que hace falta acumular más experiencia en los niveles no graduados en Ciencias y hacer una inversión cuantiosa en apoyo de la investigación como preparación necesaria para el establecimiento de los estudios graduados.

En el campo tecnológico ya hay la experiencia en el desarrollo de programas a nivel no graduado pero es necesario dar impulso a la investigación para llegar a la etapa de magister. Ya se han iniciado algunos programas graduados en Ingeniería y Ciencia, en aquellos campos que habían alcanzado mayor madurez y preparación previa. El desarrollo de otros campos es de suma urgencia, pues sólo así se logrará crear el ambiente, el "clima" adecuado para la investigación.

4. En ocasiones se hace el planteamiento de que debido a la falta de recursos sería conveniente planificar el desarrollo de la investigación fortaleciendo en forma selectiva campos diferentes en ciudades y universidades diferentes. Esto tiene el peligro de no alcanzar en ninguna de esas universidades el mínimo necesario para crear el "clima", de no alcanzar en ninguna la "masa crítica" necesaria para desencadenar la reacción. Hay que tener sumo cuidado en planes de éste tipo con éste factor que es de mucha importancia.

El establecimiento de estudios graduados en el país es la única solución viable para el problema de dar educación superior a un mayor número de colombianos. La educación universitaria demanda personal al menos con el nivel de magister y el país no logrará un número suficiente de personas preparadas a éste nivel a través de especialización en el exterior. Esta especialización debe intensificarse mientras se crean las bases sólidas para el establecimiento de más y mejores programas graduados. Sobre este punto el Dr. Daen (2) ha hecho una advertencia que se debe tener

muy presente: "Antes de iniciar programas graduados es indispensable prever y atender a multitud de "costos ocultos" que a menudo se olvidan. A menos que se tomen tales precauciones, la expansión será contraproducente para la Institución y perjudicará durante muchos años, sus esfuerzos tanto en el nivel graduado como en el no graduado".

Una vez alcanzado el nivel de magister en el país, se debería intensificar la formación de personal a nivel de doctorado y fortalecer más aún la investigación como etapa previa al establecimiento de programas doctorales. Este proceso puede acelerarse hasta cierto punto, pero será necesario un tiempo de maduración y una evaluación cuidadosa de lo que se haya logrado antes de lanzarse a esta nueva etapa, por las mismas razones expuestas en el párrafo anterior.

Más y mejores profesores de ciencias en las universidades, permitirán formar más y mejores profesores de ciencias para la enseñanza secundaria, tanto en programas regulares como de extensión. Los programas de capacitación de profesores de enseñanza media que han adelantado varias universidades del país tropiezan con grandes dificultades por la falta de personal calificado en número suficiente para atenderlos adecuadamente; un mayor número de profesores universitarios permitiría presentarle al gobierno y al país planes más ambiciosos en este campo que lograrán un verdadero impacto sobre la enseñanza secundaria, pero hoy es imposible hacerlo por la falta de dicho personal.

Aquí nuevamente es necesario desencadenar la reacción pues una mejor preparación de los bachilleres haría posible una mejor preparación de los profesionales y de los futuros profesores de secundaria que irían a repetir y a multiplicar el proceso. Los números alarmantes de bachilleres que se quedan sin cupos en las universidades son un poco engañosos, pues un buen porcentaje de ellos no están capacitados para asimilar un nivel universitario y deberían orientarse hacia profesiones de nivel intermedio. La experiencia de varias universidades ha indicado que sólo en los últimos años se han visto obligados a dejar por fuera a jóvenes que sí llenan los requisitos mínimos para ingresar a la universidad; cuando han tenido una mayor disponibilidad de cupos han recibido personal con niveles menores a este mínimo con resultados desastrosos.

5. Varias veces se ha hablado de la creación de organismos que coordinen la investigación en el país, con el objeto de evitar duplicaciones. Es indudable la necesidad de una mayor comunicación entre las instituciones que hacen o planean hacer investigación y una mayor difusión de los programas en marcha en el país y para

ello es necesario promover reuniones periódicas y frecuentes, visitas, etc. que permitan mayor contacto entre los investigadores y les den la oportunidad de ayudarse entre sí.

Es necesario crear mayores estímulos a la investigación y al estudio de las ciencias básicas en el país, pues éste es un campo totalmente nuevo y al cual se le ha hecho muy poca promoción. Se ha lanzado la idea de crear un organismo, fundación o como quiera llamársele encargado de esta labor a nivel nacional, pero hay que tener cuidado de que no se vaya a convertir en la práctica en un intento de regular la investigación y de fijar prioridades que puedan parecer razonables, pero que irían contra la libertad de investigación y podrían ser contraproducentes. Conviene repetir lo dicho atrás, un programa de investigación en las condiciones actuales del país, aun cuando no llene sino el propósito de aumentar la confianza del investigador, que lo convenza de que los obstáculos que la situación de desarrollo del país impone no son insalvables, que le dé una cierta experiencia y permita iniciar en la labor investigativa a jóvenes brillantes, tal programa de investigación sería una inversión excelente en el futuro del país.

6. Mucho se ha hablado en Colombia sobre la necesidad de un mayor número de instituciones técnicas de nivel intermedio que absorban parte del volumen creciente de bachilleres, que no reúne los requisitos mínimos de preparación y capacidad para ingresar a las universidades. Algunas universidades han afrontado el problema por sí mismas creando escuelas a este nivel, con resultados bastante halagadores, pero la falta de recursos hace muy difícil extender el alcance de estos programas. Es conveniente que las universidades participen en la formación de este personal y establezcan mecanismos que permitan traspasos entre los niveles superior e intermedio, pues así se evitan frustraciones y fracasos a muchos estudiantes; además se hace posible al personal de nivel intermedio continuar estudios a niveles profesionales, cuando demuestre tener las capacidades suficientes. Este personal es fundamental para el desarrollo del país en todos sus aspectos y mucho se ha escrito y dicho sobre su necesidad, pero las limitaciones financieras y los problemas de motivación y prestigio inherentes a estos programas han limitado su aplicación.
6. La importancia de tener este tipo de personal técnico auxiliar para el mejor desarrollo de la investigación no es ni mucho menos secundaria. El SENA y la Universidad del Valle están iniciando programas conjuntos que pueden aportar experiencias útiles en este campo.

IV. Algunas sugerencias para la Solución de los Problemas Enunciados.

Es posible que algunos de los problemas discutidos arriba y la situación de las universidades para resolverlos, hagan pensar en la posibilidad de aumentar los institutos dedicados a la investigación y concentrar en ellos el esfuerzo investigativo del país. Esto sería un grave error, pues la ausencia de investigación en las universidades haría imposible atraer y retener personal altamente capacitado y produciría una esterilización de la docencia. En estas circunstancias el profesor se convertiría simplemente en transmisor de conocimientos y carecería del entusiasmo, de la mística y de la satisfacción del investigador que trata de descubrir ese conocimiento por sí mismo. Además impediría el desarrollo de programas graduados que como se dijo antes son los que van esencialmente a producir el efecto de multiplicación en el proceso.

La solución de los problemas podría sintetizarse en la necesidad de crear el ambiente necesario para la investigación. Las siguientes sugerencias pueden contribuir a este fin.

- a. El Gobierno Nacional debería destinar una partida anual al fomento de la investigación y a crear estímulos para estudios en ciencias. Estas sumas podrían canalizarse a través de los institutos y universidades que estén en capacidad de usarlas en forma más efectiva y deberían ser suficientes para becas, inversiones en equipo y dineros para sostenimiento de programas de investigación que presenten los diversos institutos y universidades. El criterio debería ser el de fomentar y promover y no el de controlar. Una ley que destinara un porcentaje pequeño, pero fijo, del presupuesto nacional a este esfuerzo sería muy útil.
- b. El fondo anterior también debería contemplar auxilios especiales a las universidades, cuyos presupuestos no sean suficientes para retener personal valioso, cuando la retención signifique un menor tiempo de preparación para iniciar estudios graduados en un campo dado. También deberán dar énfasis al apoyo para expansión de bibliotecas.
- c. Un estatuto especial para la importación de equipo y materiales necesarios para investigación, que reduzca al mínimo los trámites necesarios para las importaciones, podría evitar muchas frustraciones, pues evitaría interrupciones en las labores de investigación.
- d. El problema de las bibliotecas merece especial atención. El llevarlas todas al nivel necesario para la investigación sería de un costo supremamente alto. Cada biblioteca debería disponer de fondos suficientes para completar algunas colecciones básicas de revistas empezando con número de 5 o 10 años atrás, y disponer

de fondos para continuar adquiriendo este material. Una o dos en el país deberían ser puestas al día con todas las colecciones necesarias o podrían especializarse, por temas en los diferentes sitios del país. Las universidades e institutos pueden aportar parte de los fondos necesarios para éste fin, pero a escala nacional debe establecerse un sistema eficiente de fotocopias o copias xeros que pongan a disposición de todas las personas interesadas el material necesario. Para ello será indispensable tener índices completos revisados periódicamente y como apoyo a la investigación deberían destinarse fondos a este fin.

- e. La coordinación y el intercambio de información puede organizarse a través de organismos existentes, que en muchas ocasiones no desarrollan una labor más efectiva por falta de recursos. La Asociación de Universidades por ejemplo ha creado algunos Comités que podrían prestar mejores servicios a éste campo, si se dispusiera de recursos adicionales para sus labores. La creación de un organismo nacional encargado de fomentar la investigación, tiene muchos problemas y podría ser contraproducente. Muchas veces hemos visto como se crean nuevos organismos nacionales y no se puede, por limitaciones presupuestales bien conocidas hacerlos funcionar efectivamente, es mejor aumentar las disponibilidades de organismos existentes y fortalecerlos. Esto permitiría también aprovechar con mayor eficiencia inversiones y gastos que ya se hacen.
- f. El problema de la formación de personal técnico auxiliar, útil a la industria en sus labores normales de producción y también a las labores de investigación, tanto en la industria como en las universidades e institutos, debe merecer mayor atención por parte de la universidad. Esta es una de las responsabilidades que las universidades tienen con la comunidad. Es preciso darse cuenta de que las universidades no disponen de los recursos financieros para atender adecuadamente a todos los niveles, pero sí tienen un capital humano, cuya experiencia y dedicación a la labor educativa es fundamental para lograr una adecuada programación de estos planes de estudio. Los recursos financieros y la experiencia de que dispone el SENA en la preparación de personal técnico a niveles más bajos es indudablemente el complemento necesario y lo más lógico es hacer planes conjuntos que beneficien a ambas entidades y lo que es más importante aún, que beneficien al país.

REFERENCIAS: (1) Frederick Harbison: "El Desarrollo Económico y las Inversiones en Educación" (Conferencia de Washington 16-20 Octubre de 1961).

(2) Jereme Daen: "Lecture Consultantship Report to Commission for Educational Interchange" (Bogotá Diciembre de 1967),

**INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNICA PARA
LA INDUSTRIA EN COLOMBIA**

Gabriel Poveda Ramos

INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNICA PARA LA INDUSTRIA
EN COLOMBIA

Gabriel Poveda Ramos

PARTE I

RESUMEN.-

Se define el sentido de la investigación científica y tecnológica en Colombia, de acuerdo con la realidad y necesidades del país. Se plantea un diagnóstico factual del estado actual de la investigación científica y tecnológica, con énfasis especial en la que se refiere a cuestiones de interés para la industria manufacturera, la minería y la construcción. Se señalan temas específicos de investigación científica en las industrias de carbón, minerales férricos, y otros diversos, azufre y ácido sulfúrico, de pesca, de conservas lácteas, de grasas comestibles, molinerías, panificadora, suero química, de bebidas, textiles, madereras, de papel y pulpa, del cuero, del caucho, químicas minerales, químicas orgánicas, del cemento, del vidrio, de minerales no metálicos, metalúrgicas y metalmeccánicas. Se señalan otros campos de investigación más generales y que interesan también a la industria (recursos naturales, zooquímica y fitoquímica, mecánica de materiales, oceanografía hidrobiología). Se menciona el problema de la escasez de científicos y la emigración de muchos. Finalmente se hacen recomendaciones sobre creación de instituciones rectoras y organización de la investigación científica en América Latina y en Colombia, sobre cooperación internacional en este plano, sobre coordinación de Gobierno y sector privado y sobre centralización y divulgación de información.

EL PROBLEMA.-

La investigación científica de carácter general, y en especial la que se refiere a problemas de interés industrial, se caracteriza por los siguientes rasgos esenciales:

- a) Es esporádica, limitada en sus alcances y está representada en muy pocos trabajos concretos, que se adelantan en forma dispersa y descoordinada entre sí.
- b) Carece prácticamente de enlaces firmes y fructíferos con la realidad económica y social del país y de nuestro pueblo.
- c) En muchos casos responde a cometidos fijados desde afuera y los resultados no quedan a disposición del país sino de gobiernos o empresas extranjeras.
- d) No tiene apoyo firme, continuado y eficaz del Gobierno ni de la industria.
- e) Adolece de descoordinación, no tiene organización a nivel nacional y no responde a ningún plan o propósito central.

- f) El número de científicos e ingenieros es inferior al 0.1% de nuestra fuerza laboral, y es totalmente insuficiente tanto en número como en preparación adecuada.
- g) Aparte de unos 4 o 5 nombres aislados no tenemos investigadores de categoría internacional.
- h) Muchos científicos y técnicos de alta preparación están desvinculados de la ciencia y de tareas propias de su preparación, unos por abandono y otros porque no encuentran una ocupación adecuada, o porque el medio universitario no les permite desplegar sus posibilidades.
- i) Por esta razón o por carencia de sentido de responsabilidad con la comunidad muchos han emigrado y siguen abandonando el país, con gran perjuicio para éste.
- j) La industria depende totalmente de tecnologías foráneas, paga cuantiosas regalías (a veces por marcas o patentes triviales), no acude a las universidades en busca de ayuda científica y no utiliza ni patrocina investigaciones de categoría. El valioso aunque incipiente esfuerzo del IIT y del ICONTEC no ha contado con apoyo suficiente de parte de la industria nacional.
- k) La universidad, con sus recursos de laboratorios y personal, no conoce o está alejada de las necesidades concretas y específicas de la industria en materia de desarrollo tecnológico y de investigación económicamente aplicable, y no propicia ni facilita el contacto de los profesores con los problemas de las empresas industriales.
- l) El intercambio científico y técnico con el resto del mundo es sumamente limitado y se circunscribe a unos tres o cuatro países del mundo.
No hay absolutamente ningún intercambio con naciones tan importantes en desarrollo científico como la Unión Soviética, Suecia, Israel, Canadá, las dos Alemanias, Polonia e Italia, por ejemplo y casi ninguno con Inglaterra o Francia.
- m) No hay servicios ni medios adecuados de documentación y el acceso a la literatura científica mundial es muy difícil por falta de medios de comunicación y referencia.
- n) Hay muy pocas publicaciones científicas de valor, y carecen de apoyo pecunario suficiente.
Esta situación ha determinado o contribuido a la manifestación de los siguientes problemas en la industria Colombiana:
 - a) El aporte de la industria fabril a la economía del país es inferior a lo que debiera, teniendo en cuenta nuestra población, nuestro grado de desarrollo económico y nuestra dotación de recursos naturales.
 - b) La tasa de crecimiento industrial es muy lenta, muy inferior a la necesaria para acompañar un proceso de desarrollo económico adecuado. Más

aún, en los últimos años, la tasa de aumento en la producción industrial ha venido declinando, y en 1967 llegó a su punto más bajo de los últimos 15 años.

- c) Existen diferencias exageradas de productividad de uno a otro renglón industrial (p.e. de textiles a madereras) y aún de una a otra fábrica de un mismo sector fabril.
- d) El grado de desarrollo de algunos renglones básicos pero que requieren cierto nivel técnico más avanzado (v. gr. las metal-mecánicas y la química básica) es muy inferior a lo que debería tener en un modelo normal y equilibrado de configuración de toda la industria fabril. Lo mismo ocurre con ciertos renglones tradicionales en donde no se ha hecho prácticamente ninguna innovación técnica, como la industria maderera.
- e) Absolutamente toda la tecnología de nuestra industria (materiales, procesos, equipos, métodos de trabajo) es extranjera. Casi toda procede (histórica y financieramente) de EE.UU. e Inglaterra, y una mínima parte es originaria de Francia, Alemania y Suecia.
- f) El surgimiento de industrias de propiedad colombiana ha declinado casi hasta paralizarse, y muchas empresas antes de colombianos han pasado a propiedad extranjera para poder ser modernizadas y tecnificadas. En consecuencia, el grado de autonomía financiera de la industria en el país, ha disminuído sensiblemente.
- g) Puesto que en sus países originarios (altamente capitalizados) la tecnología que usamos se orienta fuertemente a la economía de mano de obra (que allá es más costosa), nuestra industria está abriendo muy poco empleo nuevo, y las plazas adicionales que crea son muchas menos que lo que debiera hacer para ocupar debidamente los nuevos contingentes humanos que lo necesitan cada año. Este fenómeno se ha agudizado desde 1962 y persiste ya como un problema crónico.
- h) En los nuevos sectores (papel, química, metales no ferrosos) se está creando una rígida dependencia respecto a insumos importados, inherentes a una tecnología que ha sido creada en países de monedas duras y convertibles, pero que es muy inconveniente para Colombia. En algunos casos, inclusive, se usa el pretexto de la tecnología para no hacer sustitución de importaciones de insumos que fueran posibles si tuviéramos técnicas propias.
- i) Renglones de vital importancia, vinculados a la explotación de recursos naturales, que podrían ser amplia fuente de empleo y contribuir apreciablemente al balance de pagos, como la pesca marítima, la minería, las maderas y los minerales no metálicos, están aún muy retrasadas en su aprovechamiento económico adecuado.
- j) La productividad y competitividad de algunos renglones son muy bajas, aún comparadas con otros países latinoamericanos.
- k) Las posibilidades de sustituir importaciones económicamente aparecen casi como agotadas en bienes intermedios y muy limitadas en bienes de capital.

debido al distanciamiento progresivo entre los tamaños y capacidades de plantas mínimos, vigentes en el exterior (que es nuestro proveedor obligado), y cada vez más por encima del tamaño de nuestros mercados.

- l) Productos minerales y agropecuarios naturales, autóctonos y propios del país, se exportan sin ningún grado de industrialización (o a lo sumo muy pequeño), como el café, el banano, las esmeraldas, el ganado, la madera, el tabaco, los cueros y los metales preciosos, perdiéndose así un considerable margen de valor agregado que, de otro modo, pudiera quedar en el país si conociéramos los métodos para beneficiarlos.
- m) Las industrias domésticas y la artesanía, que podrían ser una importantísima fuente de empleo, y donde se ocupan ya 700 mil personas, permanecen estancadas o retroceden en algunos frentes.
- n) El profesional y el técnico colombiano en la industria no se ven frecuentemente estimulados a innovar y a progresar científicamente, ya que se limitan a aplicar unos procedimientos y unas normas extranjeras, ya que usualmente ni siquiera participan en los estudios de fondo que requieren los problemas de diseño y operación de equipos materiales y procesos, porque esos problemas vienen resueltos del exterior o son enviados siempre allá para ser resueltos.

BASES DE SOLUCION.-

El enfoque y tratamiento de estos problemas debería apoyarse sobre las siguientes bases:

- a) Es necesario reducir o frenar la progresiva dependencia tecnológica de la industria y la minería colombianas frente al exterior. Esto supone la adopción de una política correcta y sistemática acerca de la adopción de tecnología extranjera, sobre patentes y regalías y sobre estímulo a la investigación original en Colombia.
- b) Hay que promover, multiplicar y difundir activamente las investigaciones sobre tecnología y ciencia, especialmente la que se orienta al desarrollo industrial, comenzando por algunas universidades que están en condiciones de hacerlo, y convocando el apoyo financiero necesario, que puedan dar varias entidades del país.
- c) Colombia debe iniciar, en forma vigorosa y efectiva, el intercambio de información y de personal con los países de mayor avance tecnológico y científico en todo el mundo. Actualmente estamos aislados totalmente de todos ellos, salvo de uno o dos.
- d) El progreso científico y técnico nacional debe encuadrarse en el marco del de América Latina, dentro de la cual se necesita formar un mercado común y libre de tecnología oriunda de la región. Sólo así podrá detenerse la emigración de los más valiosos científicos y recuperar los emigrados, al llegar los recursos financieros para tareas mayores de investigación, y aprovechar racionalmente nuestras limitadísimas disponibilidades de mate-

rial y de científicos. Como primer paso, es muy conveniente orientar las vocaciones por los estudios avanzados en estas disciplinas, hacia países latinoamericanos.

- e) Para poder hacer investigación en alguna escala, es necesario dar a esta actividad una organización nacional, debidamente institucionalizada en el gobierno, y que oriente los esfuerzos oficiales y privados con criterio de conveniencia nacional, altura científica, adecuación a nuestras condiciones, y eficiencia.
- f) Una política correcta de ciencia y tecnología debe llevarse a cabo también teniendo en cuenta la diversidad geográfica y económica de las regiones del país, procurando impulsar en todas y cada una de ellas aquellas actividades investigativas más directamente conectadas con los problemas locales, sin perder de vista el interés universal que entraña siempre el conocimiento científico.
- g) Es necesario despertar y activar el interés del sector privado para que se vincule a la tarea de hacer y fomentar investigación científica y técnica en el país, aportando sus dotaciones y equipos, el apoyo financiero, personal idóneo, y, especialmente, sus propios problemas para ser estudiados.
- h) Como elemento indispensable de una política eficaz de pleno empleo de los recursos humanos del país, es necesario que creemos una nueva tecnología propia, en todos los sectores de la economía, que tenga en cuenta nuestra abundante población y nuestra escasez de capital y divisas. Esta es una tarea de lenta maduración, que debe iniciarse de inmediato y en forma ambiciosa, recabando la ayuda científica y técnica de todas las entidades y países del exterior que estén dispuestas a darle desinteresada e inteligentemente.

PARTE II

INTRODUCCION.

0.1. Si investigación equivale a "búsqueda de verdad", resulta eficiente que investigación en Colombia no será otra cosa que la búsqueda de la verdad Colombiana. Esta consideración es válida para cualquier área o disciplina académica, pero cobra aún mayor significado en el campo de la investigación en ciencia y tecnología, porque probablemente en ese "inmenso océano de verdad desconocida" de que hablaba Newton el que se extiende en una mayor amplitud sin que hasta ahora podamos decir que los colombianos nos demos cuenta de él, y, menos aún, que sepamos aprovecharlo debidamente en beneficio de nuestra nación.

0.2. Así pues, es claro que la investigación científica y tecnológica en Colombia debe motivarse en la confrontación de la gran verdad colombiana, la cual puede sintetizarse en tres conceptos: Sub-Desarrollo Económico, Atrazo Técnico-Cultural y Desigualdad Social. El concepto del investigador en su "torre de marfil" no puede admitirse en nuestro siglo, en una nación que adolece de estos males y cuya construcción está por hacer, si es que reconocemos que el científico tiene una responsabilidad ineludible ante la comunidad y que su tarea más urgente y más importante está en contribuir a la solución de los problemas vitales del hombre.

La investigación científica y técnica en Colombia, será pues, una búsqueda sistemática encaminada a ampliar y a implementar el conocimiento científico y la experiencia tecnológica en nuestro medio, con el fin de mejorar las condiciones de vida de los colombianos. Por eso mismo, la investigación que hagamos no puede reducirse a la tarea rutinaria y subordinada de resolver algunos sub-problemas que nos sean asignados desde fuera, dentro de programas que no preparamos en el país y que se inspiren en intereses ajenos a Colombia. Un ejemplo de lo que no debemos hacer son los estudios asignados por un gobierno extranjero a algunas universidades colombianas en busca de esteroides vegetales en especies de la familia, cuyos resultados, eventualmente exitosos, irán a beneficiar otros países sin ningún beneficio real para el nuestro.

0.3. En este documento se presentan algunos temas o problemas de la industria colombiana, hacia los cuales podría orientarse el esfuerzo por emprender una actividad investigativa amplia y fructífera, especialmente en los campos de las ciencias naturales, de las llamadas ciencias tecnológicas y de las ciencias básicas. Omitimos referirnos a los múltiples y vastos campos de las ciencias sociales y humanas en que se requieren investigaciones extensas y profundas para conocer nuestra realidad colombiana respecto a los problemas inherentes a la industrialización (v. g. en demografías, antropología social, ecología humana, sociología, etc.) porque desbordaríamos los límites de este documento y porque esos territorios ajenos a la formación profesional del autor.

0.4. Universalmente se reconoce que la industria es el sector económico que contribuye más eficazmente al progreso técnico, y que, a su vez, se puede aprovechar más del mismo. Sin embargo, esta observación se presta a excepciones en países que, como el nuestro, han creado una industria a base de tecnología totalmente importada (en sus equipos, en sus procesos, en sus operaciones, etc.), y cuyas actividades son en su mayor parte activi-

dades de transformación o elaboración de materiales primas naturales, con una proporción más bien baja de valor agregado. Tal es el caso de nuestro país, de donde desaparecieron algunas formas tecnológicas manuales que, aunque rudimentarias contribuyeron de alguna manera a la vida de artesanías e industrias menores que llegaron a tener importancia, y en donde luego hemos ido adoptando procesos industriales en los que la relación capital-mano de obra va siendo cada vez mayor, por provenir de países en donde abundan los recursos financieros y escasean o cuestan los de trabajo humano.

0.5. El procedimiento fundamental de que se ha servido nuestra industria para dotarse de tecnología extranjera ha sido la adquisición de patentes pagadas a base de regalías, a veces en condiciones francamente inconvenientes para el país, y cuyo costo anual le representa hoy una erogación que puede estimarse entre 3 y 4 millones de dólares al año. Esta cifra no incluye otras sumas pagadas por remuneraciones y servicios técnicos, y que superan en total a los \$4 millones anuales. De este recurso se ha abusado hasta el punto de que recientemente el Gobierno pudo verificar que una empresa extranjera giraba regalías a su matriz en el exterior por la fabricación de un comestible popular cuya elaboración es conocida de cualquier ama de casa colombiana.

0.6. Para llegar a obtener un mínimo de autonomía y capacidad tecnológica propia, la industria colombiana requiere una vasta labor de investigación orientada hacia tres grandes finalidades: a). adaptar tecnologías originarias del exterior a las condiciones propias de nuestro medio para asimilar la adopción de conocimientos exógenos; b). crear y desarrollar técnicas de producción auténticamente colombianas, es decir, hacer innovación endógena en industrias ya existentes; y c). identificar procesos y materiales colombianos adecuados para crear nuevas industrias en nuestro territorio y con nuestros recursos. Es esta una tarea urgente a la cual debe dársele la más alta prioridad en cualquier programa de fomento industrial, y de cuya importancia crucial los gobiernos colombianos tienen que tomar conciencia.

PROBLEMAS CIENTIFICOS Y TECNOLOGICOS EN LA INDUSTRIA.

1.1. No hay síntoma más elocuente y grave de nuestro retraso en materia científica, que nuestro impresionante desconocimiento de los simples recursos naturales de que está abundantemente provisto el territorio colombiano. Tan sólo de unos años para acá se ha venido a hacer inventario minero para algunas regiones colombianas. Desconocemos todavía el verdadero potencial ictiológico de nuestros mares, a pesar de que está siendo explotado y saqueado aún por banderas extrañas. Carecemos de un inventario de bosques, para no hablar de la relación de especies maderables colombianas, y nuestra flora menor -salvo trabajos individuales- meritorios pero aislados, está por conocer, aunque encierra enormes posibilidades de aprovechamiento industrial. Es deplorable, por ejemplo, que una rica fuente de cafeína exclusiva de nuestras selvas, como es el "yoco" (*Paullinia yoco*) fue identificada e investigada por el profesor Schultes quien hubo de venir desde la Universidad de Harvard para este fin. Aún desconocemos exactamente las propiedades físicas, químicas y farmacológicas del Bálsamo de Tolú, producto colombiano por excelencia cuyo nombre recordamos en el del tolueno. En general hemos abandonado o descuidado (para beneficio ajeno, en ciertos casos) los esfuerzos que desde la expedición Botánica, y posteriormente algunos grandes naturalistas colombianos (Zea, Triana), hicieron para engrosar nuestro patrimonio nacional con re-

cursos cuyo valor científico y económico está al alcance de nuestra mano.

1.2. Prácticamente no hay en Colombia investigación industrial a nivel de empresa. Es cierto que existen algunas pocas empresas e instituciones que han realizado valiosas investigaciones, como Bavaria, La Federación de Cafeteros, el Instituto de Investigaciones Tecnológicas, el Laboratorio Químico Nacional, el Instituto de Asuntos Nucleares y el Instituto Agustín Codazzi. Pero su trabajo adolece de descoordinación, de falta de programación conjunta y de excesivo particularismo en cuanto a los temas estudiados. Es notoria la ausencia de apoyo a la investigación técnica por parte de entidades que deberían hacerlo, como ocurre con los bancos de fomento, las Corporaciones Financieras y el Banco de la República. Es increíble por ejemplo que este último no realice ni patrocine ninguna investigación en Colombia en geología o nastro-química, que podría redundar en su propio y exclusivo beneficio.

1.3. En la relación que sigue a continuación sobre posibles temas de investigación tecnológica dejamos expresamente de lado el campo inmenso de la investigación agropecuaria, de la botánica, de la zoología, de la geología y de la mineralogía, por tratarse de disciplinas en donde las posibilidades de estudio son innumerables y están ya un poco más reconocidas. Así pues, nos concretamos específicamente al examen de los métodos los materiales y los procesos de las industrias manufactureras, en donde las pocas investigaciones hechas en Colombia son fragmentarias y limitadas.

1.4. La pesca es sin duda una de las industrias que encierran mayores posibilidades para Colombia, como fuente de empleo, como productora de alimentos básicos esenciales y económicos, y como recurso exportable. Sin embargo, poco podrá hacerse en este sentido sin estudios ictiológicos y ecológicos de nuestra plataforma marina. Sobre recursos de pesca en el mar será necesario realizar un amplio programa de trabajos análogos a los que ha realizado la C.V.M. en biología de especies de agua dulce (p.e. en ecología y reproducción del "bocachico"). Estos mismos trabajos también deberían extenderse a otras especies de aguas tibias y aguas de los ríos y lagunas del país. El convenio firmado recientemente por el Gobierno y la FAO ofrece la posibilidad de iniciar este importantísima línea de desarrollo industrial.

1.5. El carbón es una de las riquezas naturales colombianas más cuantiosas. Esta reserva nos da el primer puesto en Sur América, como el mayor y casi único país carbonífero, y está aforada en más de 20 mil millones de toneladas. Su aprovechamiento económico como combustible está ciertamente en plena decadencia, pero las evidentes ventajas de economía y técnica de explotación que tenemos, indican claramente que es necesario mejorar nuestro conocimiento geológico, mineralógico, fisico-químico y económico de la hulla, con miras a utilizarla como posible materia prima para un eventual y amplio desarrollo carboquímico en el país. Teniendo en cuenta nuestra abundante disponibilidad de carbones bituminosos, el amplio conocimiento existente sobre la tecnología y la química de la destilación de la hulla, y la diversidad e importancia de sus productos potenciales, se podría revisar la factibilidad de aprovecharlo sobre la base de un desarrollo en complejos industriales carboquímicos de dimensiones económicas.

1.6. El doctor Bruno Leuchner, en su estudio para la Cepal sobre "La Investigación Tecnológica en América Latina" sitúa en lugar destacado de importancia a las investigaciones sobre coquización de carbones en este continente. De los que se recomiendan allí específicamente, en Colombia deberían y podrán hacerse los estudios sobre purificación por separación de fases, sobre briquetación de coque preformado, sobre destilación a baja temperatura, sobre coquización de mezclas de carbones (solos o con brea y asfalto), y sobre características petrográficas de la hulla y su influencia en la coquización. El estudio de las condiciones de coquización de mezclas de carbones sería de especial interés para el posible aprovechamiento de los carbones del Valle del Cauca.

1.7. Las reservas colombianas conocidas de mineral de hierro económicamente explotadas son hasta el momento bastante limitadas y, desde luego, muy inferiores en cuantía y calidad a las de Venezuela, Brasil o Argentina. Sin embargo, existen en el país extensas formaciones ferruginosas de bajo contenido, cuya utilización sería posible si lográramos desarrollar técnicas de explotación y concentración de minas de bajo tenor, como ocurre por ejemplo con las abundantes lateritas y piritas que hay en todo el país. Conviene recordar que el proceso de reducción de hierro "Strategio-Uddy" fue desarrollado precisamente para el aprovechamiento de minerales venezolanos de bajo nivel contenido, y que en principio la química de las operaciones minero-metalúrgicas de explotación de hierro guarda ya pocos secretos. En este terreno, lo más importante para el avance técnico está en el uso de concepciones inteligentes e imaginativas y de recursos si se quiere elementales. Basta recordar cómo Austria, país menor en el campo de la industria siderúrgica mundial, devenga hoy cuantiosas regalías de las grandes naciones industriales por el uso de su patente de inyección de oxígeno para la fabricación de acero por llamado proceso LD (Linz-Donawitz).

1.8. Aparte de las exploraciones geológicas y del exámen de nuevos yacimientos de minerales metálicos de toda clase que debemos hacer en el país, serán necesarios mejores estudios sobre sus características, para determinar los procesos de reducción y explotación más recomendables, a pruebas de nivel de planta piloto de los procedimientos que ofrezcan mejores posibilidades. Los fracasos que se han registrado muy recientemente en la exploración de roca fosfórica se deben a la falta de estudios geológicos y geoquímicos adecuados.

1.9. Sin pretender referirnos a todos los metales y elementos químicos que podríamos buscar en nuestro mundo mineralógico, si cabe destacar la enorme importancia que tendría una búsqueda sistemática y a fondo de reservas de potasio en nuestro suelo. Este elemento, base de la industria kalioquímica, de tan amplias posibilidades técnicas y agrícolas por ser uno de los tres elementos fundamentales de los fertilizantes químicos, abriría para el país una amplia gama de líneas de industrialización. El hecho de que sus yacimientos estén actualmente localizados en unos pocos sitios del mundo, y de que el Canadá haya encontrado un yacimiento que se asegura puede abastecer el mercado mundial por siglos, no debe hacernos desistir de tratar de superar esta seria limitación en la disponibilidad de nuestras materias primas básicas. El ejemplo de la corona fosfórica, que se consideraba también circunscrita a unas pocas regiones del mundo y que recientemente se ha descubierto en Venezuela y Colom-

bia, en grandes cantidades, demuestra que no debe perderse de vista la posibilidad de tener éxito en una empresa tan importante como ésta.

1.10. El caso de los estudios mineralógicos sirve para subrayar la importancia de que nuestros centros e instituciones científicas y tecnológicas estén debidamente informados de lo mucho que se hace en otros países (inclusive en América Latina) y divulguen los resultados de estos trabajos. Existe, por ejemplo, una importante colección de trabajos sobre beneficio de minerales, hecho por el Instituto de Pesquisas Tecnológicas de Sao Paulo, por el IMIT de Méjico y por el INTI de la Argentina, que sería muy importante conocer bien a Colombia.

1.11. El extraordinario desarrollo de la física del estado sólido en los últimos dos lustros ha reabierto amplios campos al estudio de la cristalografía. Gracias a ella ha renacido nuevamente el interés de la ciencia por los cristales naturales, los macro-cristales y las gemas (v.gr. el rubí como elemento central del laser), la proverbial riqueza colombiana de minerales y gemas debiera mover a participar al menos en el estudio de las aplicaciones tecnológicas de estos materiales, y, en el estudio fundamental de la química de los materiales cerámicos, particularmente de aquellos que contienen átomos de metales pesados. En este terreno científico cabe destacarse que no se puede aspirar a hacer hoy una industria electrónica que no sea supeditada a la tecnología y a los intereses extranjeros, si no se dispone de conocimientos científicos y experiencias técnicas en la física del estado sólido.

1.12. La producción de ácido sulfúrico en Colombia es muy baja en comparación con nuestro grado de su desarrollo industrial. Nuestra producción es mucho menor que la de países como Perú y Chile cuyas industrias son menores o comparables a la nuestra, y por eso nos vemos obligados a importar ese producto esencial. Esa deficiencia se debe fundamentalmente a la baja producción de azufre en el único yacimiento minero explotado en el país. Necesitamos multiplicar la producción de azufre y para ello podemos recurrir a nuestras formaciones de azufre volcánico del macizo Colombiano y de la Cordillera Central. Pero para lograrlo, es preciso crear una tecnología adecuada cuyo desarrollo exigirá investigaciones sobre varios problemas básicos de esta industria. Entre ellos están: los métodos de concentración de mineral de azufre volcánico, la refinación de concentrados, la extracción de azufre sólido de piritas, la extracción de azufre y de ácido sulfúrico de gases de combustión, la flotación y la extracción del azufre del fondo de lagunas, etc.

1.13. A más de que la fabricación de productos lácteos sigue siendo en gran medida un arte basado en la experiencia de siglos en donde aún existen prácticas empíricas y secretos de fabricación, en Colombia no dominamos ni aplicamos todavía los aspectos fundamentales de la química y la tecnología de la leche, ya conocidos universalmente. Esto explica que en una industria relativamente elemental como ésta, no existe prácticamente inversión colombiana. 1/

1/ Salvo en la mera pasteurización y en unas pequeñas fábricas de derivados.

El simple proceso de la fermentación por B. Acidilactici, su cinética química y las variables que la afectan en nuestro clima, con la leche de nuestros ga-

nados y nuestros suelos, necesitaría más estudio si pretendiéramos dar -como es indispensable para nutrir mejor nuestra población -un impulso vigoroso a la manufactura de productos lácteos. Hay que reconocer que esta industria adolece aún de calidades deficientes y que su repertorio de productos es muy escaso. Técnicas tan sencillas como la evaporación y la pulverización tuvieron que ser implantadas por una empresa extranjera al costo de altas regalías. Agreguemos que aún por el diseño geométrico de empaques, como el llamado "Tetrapak" nuestro país paga regalías que pudiera haberse economizado con la simple aplicación de un conocido y elemental teorema de la geometría del espacio. Para un desarrollo más ambicioso de las industrias lácteas en Colombia es necesario que creemos y perfeccionemos materiales desechables para envase, nuevas clases y productos y nuevos procesos de utilización de subproductos. Debemos también investigar más ampliamente las propiedades físicas, químicas y bromatológicas de la leche de otras especies rumiantes como la oveja y el búfalo de agua, cuyo fomento en Colombia se impone por poderosas razones económicas como la de la sustitución de carne de vacunos que se ha de destinar a la exportación en el futuro. Es interesante citar el ejemplo de las grandes cooperativas lecheras de búfalos (*Bubalus bubalis*) en la India que han desarrollado sus propias grandes plantas de beneficio, con altísima productividad, gracias a la aplicación sistemática de los principios básicos de la genética, la zoofisiología y la dietética.

1.14. Los procesos de las industrias de molinería y panadería, con su apariencia de industrias tradicionales y elementales acusan en general, un bajo nivel técnico en Colombia. La mera operación de trituración de granos, debe ser mejor estudiada a la luz de la tecnología ya conocida sobre reducción de tamaño de sólidos. Y para resolver numerosos problemas con que día a día se tropieza en los molinos y trituradoras, es necesario profundizar en la investigación de la mecánica de los materiales pulverulentos y granulados. Un interrogante que plantea un gran desafío a la investigación técnica en Colombia es el de qué hacer con las posibilidades de la maquinaria instalada en este renglón industrial, y que permanece inactiva en un 80% de su capacidad - tiempo, y cómo utilizarla en otros procesos industriales - como los minerales talvez - requieren de etapas y operaciones análogas.

1.15. La industria de panificación tiene su mayor problema en la escasa disponibilidad de materia prima, el trigo. Colombia importó en 1967, 270 mil tons. y sólo produjo poco más de 100 mil tons. Es necesario emprender un programa metódico y en gran escala para analizar y evaluar industrialmente las harinas y sémolas de otras plantas (maíz, yuca, arroz, millo, centeno, etc.), diseñar procedimientos de mezcla, estudiar sus características de panificación y desarrollar procesos industriales para obtenerlas.

1.16. El campo de la investigación bromatológica es otro tan vasto que por fuerza debemos también dejarlo de lado. Sin embargo, no podemos pasarlo sin mencionar que en Colombia no hemos hecho casi nada para formular una alimentación universal, rico-equilibrado y barato, en tanto que más de 6.800 colombianos mueren cada año de hambre. El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (Incap) demostró que sí puede hacerse investigación científica del más alto nivel en función de necesidades vitales y sociales de su pueblo, y produjo la fórmula de la "Incaparina" por cuya fabricación tenemos también que pagar hoy regalías, con materiales que se producen todos en Colom-

bia. Tal vez hay aquí también un venero de posibilidades para la investigación técnica, la cual podría encontrar inspiración en procesos de fabricación de comestibles de carácter rudimentario y doméstico, bien conocidos en nuestro medio y que se trataría de tecnificar, mecanizar e industrializar.

1.17. La industria de grasas comestibles plantea también a la investigación tecnológica, botánica y zoológica, problemas del mayor interés científico. Se trata, ante todo, de identificar nuevas fuentes de aceites y grasas comestibles, y de establecer sus propiedades químicas, nutricionales y bioquímicas. Como el ejemplo de los problemas importantes de esta industria, mencionamos que, frente a una cuestión vital para la salud de los colombianos como es la del contenido de ácidos saturados, de ácidos mono-etenoides y de ácidos dietenoides en las grasas vegetales, con sus diferentes efectos sobre el nivel de colesterol en la sangre, aún no tenemos análisis completos y exactos de las materias primas que utiliza la industria colombiana (soya, algodón, palma africana, ajonjolí, etc.). En un país que hasta hace poco era fuerte importador de grasas vegetales y que aún importa grandes cantidades de aceite de pescado, es indispensable emprender un serio esfuerzo de investigación botánica, zoológica y bioquímica para identificar y evaluar especies animales o vegetales que puedan constituir nuevas fuentes de grasas y aceites, y para establecer con precisión sus características bioquímicas y nutricionales. Materiales como la cereza del café, la cascarilla de cereales (distintos del arroz), las semillas de las cucurbitáceas (como el pepino, Cucurbita pepo; y el melón, Cucurbita gratissima) y los rizomas de algunas especies de amarilidáceas, aguardan la determinación de su contenido de aceites, de su valor nutricional y de sus posibilidades de uso industrial.

1.18. Entre otras tareas específicas que aguardan a los investigadores en este campo están: el inventario de las plantas o leíferas colombianas; la determinación de la influencia de las condiciones ecológicas sobre las características de los aceites vegetales; el control de procedimientos de extracción; las propiedades fisicoquímicas y su conducta en mezclas de aceites; el efecto cuantitativo de las variables físicas en la hidrogenación y la saturación, la industrialización de semillas y materiales autóctonos; la industrialización de subproductos como la leticina; y la búsqueda de sustancias químicas importantes como esteroides y vitaminas.

1.19. Las grasas animales ofrecen otro grupo de temas de importancia para la investigación. Entre ellos cabe mencionar los siguientes: las posibilidades de aumentar el porcentaje comestible en los materiales grasos animales, la hidrogenación y la oxidación industrial de grasas animales, la interesterificación de grasas animales, el análisis de grasas de pescado y de diversas especies de ganado de carne, la industrialización de subproductos, y la separación industrial de sustancias químicas puras a partir de las grasas naturales.

1.20. Todo el campo de la sucro-química industrial está por desarrollar en Colombia. La literatura corriente muestra la rica variedad de productos que podrían elaborarse a partir del azúcar o de los subproductos de su elaboración. Las tendencias declinantes del mercado mundial del azúcar y la creciente presión de los países productores mayores del mundo, harían aconsejable que en un país como Colombia, que tiene ventajas económicas y técnicas para producir azúcar, se exploran a fondo las posibilidades técnicas e indus-

triales de desarrollar este renglón manufacturero.

Por supuesto, viene al caso advertir que a experiencia reciente que se tiene en el país con el uso de una patente para fabricación de ácido cítrico usando malazas, que ha tenido muchas dificultades demuestra la necesidad de un mayor cuidado en la selección de tecnologías foráneas y de que las que se adopten sean precedidas por investigaciones suficientemente cuidadosas para evaluarlas.

1.21. Si lográramos despejar las incógnitas químicas, bacteriológicas y económicas que es necesario resolver antes de hacerlo, el país podría surtirse por vía sucroquímica y en forma adecuada de acetona, butanol, ácido cítrico, ácido acético, ácido láctico y de los esterres y sales de estos últimos, que hoy importa en grandes cantidades, y podría aún exportar a mercados vecinos con obvias ventajas para nuestra balanza comercial. Sin embargo, esto requeriría una prolija tarea de investigaciones microbiológicas, concretamente en el campo de la genética, el metabolismo y la ecología microbiana de las copas que se requieren para estos procesos de fermentación, con el fin de identificar los nutrientes adecuados, de establecer el mecanismo químico de la cinética de estas reacciones y de encontrar las condiciones óptimas para su desarrollo industrial.

Se requieren además ensayos completos a nivel de planta piloto que podrían ser costosos, pero realizables. Es este un promisorio renglón industrial que las entidades interesadas en su fomento y financiamiento (Instituto de Investigaciones Tecnológicas, Banco de la República, Corporaciones Financieras, Asocaña, etc.) debieran promover, ya que se cuenta con factores tan favorables como el bajo costo de la materia prima.

La disponibilidad local de los insumos, la posibilidad de construir los equipos en el país, el posible dimensionamiento de plantas de acuerdo con nuestros mercados, etc.

También para el desarrollo y la diversificación de la industria azucarera, el país está pendiente de complementar el conocimiento y el desarrollo industrial de los usos del bagazo y la corteza de la caña de azúcar para la producción de celulosa y derivados (ceras, furfural, etc.).

1.22. El nivel técnico de la mayor parte de las industrias de conservas en el país va poco más allá de los métodos domésticos.

Ello explica el escaso dinamismo económico de este renglón industrial, sobre el cual el Plan Decenal de Desarrollo Económico fincó grandes esperanzas que nunca fue posible cumplir, y que se enfrenta hoy con vacilación a la posible competencia de otros países de la Alalc. Una o dos empresas se han modernizado, lo han logrado a costa de ser transferidas a propiedad extranjera. Esta es una industria cuya tecnología se basa en operaciones unitarias de todas clases, que podrían perfeccionarse mucho en nuestras fábricas. Pero posiblemente el campo de investigaciones fundamentales más importantes en este frente está en el estudio profundo del proceso físico-químico de la deshidratación celular, de los principales problemas de su realización industrial y de la economía de materiales que envuelve.

1.23. En la industria de bebidas no alcohólicas, el país viene dependiendo cada vez más de marcas extranjeras, que sólo aportan una formulación de mezclas, y que cuestan ya una suma apreciable en divisas. Es por lo menos normal que, disponiendo de frutas, nueces, sabores, bayas, resinas y extractos vegetales de tal variedad como los hay en nuestros bosques, praderas y selvas, el país pague cuantiosas regalías por meras formulaciones de bebidas gaseosas a base de insumos importados. Para fabricar bebidas gaseosas estimulantes con cafeína pagamos unos US. \$ 200 mil por año en regalías, cuando tenemos a la mano productos vegetales propios con que podríamos fabricarlas, (p.e. en las especies del género Paullinia), pero que no hemos estudiado debidamente. En este sentido el Brasil nos ha dado un ejemplo, al industrializar la fabricación de una bebida gaseosa cafeínica con base en las semillas de su nativa "guaraná" (Paullinia cupana, de la familia Sapindácea).

1.24. La industria textil-seguramente la más desarrollada, moderna y eficiente del país- se ha hecho también como la de todo el mundo, a base de tecnología inglesa, norteamericana y europea. En el aspecto de maquinaria y procesos textiles no hay muchas alternativas que elegir, pero sí podríamos tratar de ampliar nuestra lista de materias primas utilizables, por ejemplo en el área potencialmente rica de las fibras liberianas o fibras duras. Ejemplo de lo mucho que puede hacerse en este campo es el interesantísimo trabajo del Instituto de Investigación de Fibras Duras en Poznan. (Polonia).

Y en fibras suaves naturales y artificiales posiblemente no hay una labor de investigación más vasta y completa que la del Instituto Textil de Lodz en Polonia, la cual desafortunadamente es desconocida para nuestra industria textil.

1.25. Se puede señalar dos líneas específicas de investigación y desarrollo técnico en la industria textil colombiana, de acuerdo con nuestras necesidades específicas. Una se refiere a la posibilidad de diseñar y desarrollar maquinaria para operación semimanual con el fin de crear una industria doméstica y artesanal de tejidos y confecciones, como la que la India ha desarrollado con ayuda de Polonia, para establecer una industria artesanal de alta calidad, ampliamente distribuida en el país y técnicamente bien equipada, para dar empleo a su población rural y semirural, y que plantea problemas técnicos análogos a los que Colombia habría de resolver, eventualmente.

Otra amplia línea de investigación y desarrollo textil está en el de los procesos de acabado y materiales auxiliares en los cuales el país depende hoy totalmente de la técnica y de los proveedores del exterior. Por ejemplo, a pesar del extraordinario desarrollo de las industrias decolorantes en el mundo (pero no en Colombia), podría no darse por descartada la posibilidad de redescubrir y utilizar colorantes naturales como los muchos que el mundo llegó a conocer procedentes de América Latina (p.e. cochinilla, brasileína, hematoxilina, madera azul de Nicaragua, palo brasil y violeta de púrpura). En Guatemala aún se usan colorantes vegetales para la fabricación de telas de uso popular. Desde el punto de vista económico y dentro del concepto de "costos de sombra" y "costos de oportunidad", parecería existir amplias posibilidades de desarrollo para el uso de colorantes naturales cuya investigación química sería un área del mayor interés, y de alto valor científico.

1.26. La industria de confecciones es una de las que le ocasionan al país más altas erogaciones de divisas por el simple uso de marcas extranjeras. Sin embargo, puede decirse que en esta industria no existe, a nivel mundial, ninguna originalidad extraordinaria y patentada, salvo algunos detalles menores de diseño y costura. En realidad, puede decirse que para la confección de vestuario los conocimientos técnicos más avanzados sólo suponen un poco de geometría descriptiva, algo de anatomía, y un tanto más de estadística, aparte de lo cual sólo se requiere imaginación.

De manera que aunque no hay aquí temas específicos de mayor importancia para investigar, el caso de esta industria es ocasión para señalar que, además del impulso necesario a la investigación tecnológica para acumular un acervo de conocimientos técnicos propios, es necesario también desalentar el recurso fácil (y a veces fútil) al "know-how" extranjero que poco o ningún aporte efectivo haga al progreso técnico y que deba pagarse en las costosas y escasas divisas que requerimos para otros fines.

El desarrollo tecnológico y el control sobre la incorporación indiscriminada de tecnología extranjera, deben ser los dos pilares fundamentales de una política colombiana de desenvolvimiento técnico-científico.

1.27. No es exagerado decir que la tecnología de la madera en el siglo XX, es prácticamente la misma que el hombre conoce desde la era neolítica. Sólomente en las décadas de los años treinta y cuarenta, se inventaron y adoptaron algunos procesos relativamente elementales de tratamiento (para inmunización, impregnación y aglutinación) que ampliaron ciertamente los usos de este material, que sigue siendo el material de construcción de mayor demanda en el mundo. Pero puede decirse que no se ha logrado introducir cambios fundamentales en las propiedades de la madera en forma industrializable, para diversificar extensamente su utilización y hacerla competitiva con otros materiales estructurales más costosos. En efecto, poco se ha hecho para darle a la madera propiedades permanentes de incombustibilidad, impermeabilidad, resistencia mecánica y homogeneidad, por procesos industriales. Las investigaciones recientes (en los últimos diez años) sobre materiales compuestos naturales y artificiales, abren un vasto campo para el progreso de la investigación en este sentido. Basta señalar la enorme importancia económica que tendría para un país como Colombia, bastante escaso de metales básicos y abundantemente provisto de bosques, la posibilidad de dotar a la madera de propiedades de dureza, rigidez, resistencia mecánica, elasticidad, impermeabilidad, plegabilidad e incombustibilidad, con lo cual se le convertiría en un gran sustituto para el hierro, el aluminio y el cobre, que hoy consumidos en tal cuantía y en los cuales probablemente nunca lleguemos a ser autosuficientes.

1.28. Pero la primera tarea de investigación silvícola y xilotécnica que nos aguarda, es la formación del inventario de especies maderables colombianas y la determinación de sus propiedades, así como el estudio de sus posibilidades de uso industrial para la obtención de alfacelulosa, curtientes, gomas, aceites, resinas, fibras y materiales comestibles. La guadua, por ejemplo espera un estudio sistemático de sus posibilidades industriales y de sus características como material estructural.

1.29. Un tema que merece interés por la enorme importancia que tendría cualquier avance técnico que en él se hiciera, es el de la investigación sobre nuevos diseños y nuevos procedimientos de construcción y prefabricación de obras y estructuras en madera, especialmente para edificaciones. Los resultados positivos que se alcanzarán en un programa tal, aumentarían en gran medida la productividad de la industria de la construcción (que hoy es bastante baja, en general), especialmente en la edificación de vivienda de interés social. Entidades como Cinva, ICT, Camacol, e IIT deberían por ésto suscribir un programa de investigación en tal sentido, en el cual podrían aprovechar las interesantísimas experiencias ya ganadas en la Argentina por el INTI, en Méjico por el III de Monterrey y en Chile por la U. Católica.

1.30. El ejemplo de la industria maderera de Dinamarca, cuya originalidad y simplicidad en el diseño de mobiliarios le ha ganado al mercado mundial y cuantiosos ingresos por regalías, demuestran que no sólo la investigación tecnológica compleja puede rendir frutos económicos para el país, sino que algunas innovaciones que sólo requieren capacidad creativa e inteligencia, más que laboratorios y equipos, pueden ser tan fructíferos como lo primero.

1.31. La invención e industrialización del proceso de fabricación de papel a partir del bagazo de caña, producto típicamente tropical, por una empresa norteamericana, es otro motivo de reflexión sobre la negligencia con que los latinoamericanos (y en particular los colombianos) hemos descuidado las posibilidades de utilización económica de nuestros propios recursos locales. Pero este mismo ejemplo debería invitarnos a examinar a fondo los demás recursos potenciales que podríamos utilizar para obtener pulpa y celulosa en Colombia, que podrían ser muchos. Está claramente establecida la posibilidad de utilizar con este fin materiales o subproductos como el tamo de trigo, la cascarilla de los cereales, el pericarpio y la almendra del café, la guadua, numerosas especies de árboles de selva húmeda, el fique y otras fibras liberianas. En este terreno sería muy importante contar con la colaboración del IMIT de Méjico y del INTI de Argentina. Hay que reconocer sin embargo que la investigación de estos problemas puede dar alguna espera mientras se atiende a otros más urgentes, como son, sin duda los que señalamos atrás sobre las industrias de alimentos.

1.32. En la industria del cuero prevalecen aún también procedimientos y técnicas tradicionales que datan de siglos, y que siguen haciendo de esta actividad una artesanía guiada en buena parte por prácticas empíricas y hábitos establecidos. Esto mismo hará, por supuesto, que en las próximas décadas se hagan a nivel mundial grandes avances e innovaciones en la preparación y manufactura del cuero. Pero ésto no obsta, sino que urge, a que en Colombia se emprendan investigaciones que mejoren la productividad y los resultados técnico-económicos de la industria del cuero, que aún están bastante atrasados en el país, a pesar del esfuerzo hecho por el Centro de Tecnología del Cuero del IIT para mejorar su nivel técnico. Una posible área de investigación está en el examen y en la evolución de nuevos métodos para preservar, curtir y modificar las propiedades del cuero, como podrían ser los rayos X, la radiación gama, la exposición a neutrones, la electroforesis, la electro-coagulación, y el caldeo dieléctrico. Aún en el campo de la tecnología tradicional, queda mucho por hacer en la investigación de nuevos colorantes y curtientes, de condiciones óptimas y control de curtición, de mejoramiento

en las propiedades mecánicas, y de aumento de la resistencia del cuero a la abrasión, el desgaste y a la rotura.

1.33. Posibilidades de industrialización del cuero se ofrecen también para el aprovechamiento industrial de los desperdicios por procesos de hidrólisis, desdoblamiento y otros tratamientos químicos, a condición de que previamente obtengamos los conocimientos químicos y la técnica necesaria para usarlos. Si el país se prepara para un gran programa de fomento y de exportación ganadera, como ahora se pretende, debe emprender desde hoy estos estudios para valorizar y diversificar el uso del cuero.

1.34. Parece que Colombia no está hoy en condiciones, ni tiene urgencia inmediata de emprender vastos estudios científicos y técnicos sobre el caucho y sobre los procesos de fabricarlo y transformarlo. Pero podríamos hacer mucho, con indudable beneficio, en el estudio por rayos X de la estructura interna de los materiales elastómeros naturales y artificiales; en determinar la influencia de los materiales usados como relleno para las manufacturas de caucho, como el negro de humo y el caolín; y en establecer la posibilidad de rellenos sustitutivos económicos, tales como las arcillas locales.

1.35. Sería innumerable la relación de problemas concretos de la industria química en Colombia en donde es necesario y posible hacer investigación fundamental o desarrollo tecnológico autóctono. Este es en el campo donde el país ha creado una industria más subordinada desde el punto de vista técnico y financiero, debido a que en ella se requiere una tecnología más o menos compleja que ha sido obtenida toda en fuentes externas, en países donde se ha desarrollado bajo circunstancias económicas y sociales muy diferentes, sin estudios adecuados de adaptación para implantarla en Colombia. Sin embargo nos limitamos a señalar dos grandes grupos de problemas hacia donde debieran orientarse los mayores esfuerzos inmediatos. El primero es la búsqueda de materias primas nacionales sustitutivas de las importadas, especialmente en el caso de las industrias químicas inorgánicas; y el segundo es la necesaria revisión de tecnologías "clásicas" o totalmente nuevas que permitan diversificar nuestra producción de productos químicos orgánicos.

1.36. En cuanto a materias primas sustitutivas, el problema se plantea en dos sentidos. Uno de ellos es el de encontrar en el país los materiales que se importan como materias primas naturales, y que no implican cambios en los procesos a los equipos. En este caso está la necesaria investigación que deberemos hacer para hallar en Colombia potasio, azufre, níquel, cromo y boro.

1.37. El otro problema, más complejo aún, estudio de materiales domésticos sustitutivos, posiblemente de naturaleza química y física distintas de los importados, que implican cambios en los procesos y en los equipos que usamos, para continuar produciendo o iniciar la fabricación de materiales y productos químicos necesarios para el país. Esto exigirá entrar en estudios fundamentales sobre la físico-química de los procesos, para llegar a implementar eventualmente y a escala industrial, el uso de insumos diferentes a los convencionales.

A título de ejemplo puede insinuarse los siguientes estudios: el uso de caolines nacionales en lugar de hidróxido de aluminio para producir sulfato de aluminio; el uso de lateritas para producir óxido, cloruro y pigmentos de hierro; el uso de los distintos tipos de calizas nacionales para producir cianamida y el aprovechamiento industrial de nuestros minerales de bario.

1.38. La industria de productos químicos orgánicos en Colombia, que es relativamente incipiente, requiere un enfoque nuevo y original para poder ser impulsada y para que podamos realizar sustituciones de importaciones que hoy son sumamente necesarias. Uno de los posibles enfoques para impulsarla hoy en Colombia, se inspira en la consideración obvia de que una gran parte de la tecnología con que esta industria se desarrolló y prosperó en Europa y Norteamérica, se basaba en el aprovechamiento de recursos naturales, y contando con abundante mano de obra, relativamente no muy calificada. Si esta clase de procedimientos se abandonó en beneficio de otros que implican inversiones muchísimo mayores y menores requisitos de mano de obra -como son los de la industria petro-química-, ello se debió a la desaparición de los recursos naturales originales, al encarecimiento y disminución de la mano de obra disponible, al extraordinario desarrollo de la capitalización interna y a la necesidad de asegurar la demanda futura de petróleo.

1.39. El hecho de que el desarrollo de la moderna industria petroquímica en Colombia sea tan difícil se debe a que el país no sólo no está en las condiciones que la han visto nacer en el mundo, sino justamente en las contrarias. Por eso también sería muy conveniente revisar cuidadosamente la tecnología "clásica", que hasta 1940 permitió a Europa hacer una industria química muy avanzada y en gran parte basada en el uso de recursos naturales (madera, productos agrícolas, hulla, gas natural) y que sólo fue sustituida por los nuevos procesos industriales basados en la química de la síntesis orgánica, cuando desaparecieron dichos recursos naturales, cuando la guerra absorbió y aniquiló la gran mayoría de los hombres jóvenes, cuando la demanda post-bélica ensancho en gran medida los mercados internacionales y cuando el triunfo militar de Estados Unidos le permitió imponer a Europa su propia tecnología a través de sus inversiones.

1.40. Colombia cuenta con recursos naturales abundantes, cuyo inventario y valorización está inclusive por completarse; en frente al enorme problema de ocupar una fuerza laboral creciente; carece de grandes capitales y está obligada a economizar su limitado ahorro interno; tiene mercados domésticos que son y serán por mucho tiempo pequeños, frente a los tamaños mínimos de planta económica internacionalmente predominantes; y necesita industrias cuyos insumos sean total o mayoritariamente domésticos. Disponemos de un importante factor de ventaja como es el hecho de que tenemos en abundancia materiales naturales y económicos como melazas, productos agrícolas feculentos, madera y vegetación arbórea, gas natural, alcohol etílico, flora autóctona, sal, azufre, carbón, cueros, calizas, roca fosfórica y amplias posibilidades para desarrollar nuevas especies maderables. Recordemos que de estos recursos naturales primarios se fabrican industrialmente muchos productos químicos en varios países del mundo, por simples procesos de reducción, destilación seca, extracción por solventes, oxidación y calcinación, y con equipos relativamente elementales. Entre esos productos hay químicos industriales tan importantes y que en Colombia no se producen hoy, como muchas sales industriales de sodio y potasio;

ácidos del azufre y el fósforo, y sus sales; cianamida cáldida y sus derivados; bisulfuro y tetracloruro de carbono; silicatos y siliconas; sales de amonio; metanol y formaldehído; glicerina; acetaldehído, cloral y cloroformo; furfural; acetona y butanol; ácidos fórmico, acético, benzoico, oxálico, láctico, tartárico y cítrico, sus ésteres y sus sales metálicas; celulosa y sus numerosos derivados; éter, trimetilamina, cianuros y azules de Prusia y de Turnbull; el alquitrán de hulla y su inagotable serie de derivados industriales; el fenol, el pirrol, la piridina y la quinolina; alcacides, antibióticos y hormonas, gelatina comestible e industrial, etc. etc.

Se trataría de hacer investigación básica sobre la cinética y la termodinámica química de estos procesos para adecuarlos a nuestras condiciones y nuestras materias primas, realizar estudios tecnológicos sobre su implementación industrial y hacer evaluaciones técnico-económicas de factibilidad para proveer el mercado colombiano y/o el de la Alalca.

1.41. La industria de cemento es una de la más antiguas y más importantes del país y ha alcanzado un nivel técnico en el cual debiera haber iniciado ya un programa de investigaciones sobre la fabricación, el uso y las propiedades del cemento. Esto se hace en muchos países del mundo en centros o institutos de investigación sobre el concreto. Es oportuno recordar que en realidad todavía se sabe muy poco sobre la naturaleza íntima de los procesos físicos y mineralógicos que tienen lugar durante la calcinación y durante el fraguado del cemento, salvo lo que se ha logrado esclarecer en recientes investigaciones hechas en Estados Unidos.

1.42. En Colombia no se fabrica cemento por vía seca, la cual permitiría una gran economía en la producción. Ello se debe, por una parte a que nuestras fábricas fueron instaladas hace muchos años, y por otra, a que no conocemos la tecnología adecuada ni hemos identificado los materiales que pueden usarse como insumos, ya que no se ha hecho investigaciones sobre este punto y las patentes internacionales son sumamente escasas y costosas.

1.43. Un tema de investigación básica que está por explorar debidamente es el de la naturaleza y las propiedades de las interfases metal-cerámicas cuyo conocimiento es muy importante para lograr progresos sustanciales en el diseño de concretos reforzados, pretensionados y postensionados. En cuanto a las perspectivas potencialmente interesantes de las mezclas con fibra de vidrio, fibras metálicas granulados metálicos, fibras artificiales, etc. todo está por investigar.

1.44. Los extraordinarios trabajos experimentales que se han hecho recientemente en Inglaterra, Estados Unidos y Alemania sobre el vidrio, podrían hacer de éste uno de los materiales de más diversas e increíbles aplicaciones, incluyendo la posibilidad de convertirse en material de construcción estructural que compita con el acero. Para Colombia, que produce vidrio con materia prima totalmente nacional, y que es pobre en metales, estos desarrollos tendrían extraordinarias consecuencias económicas. Sin embargo, nada estamos haciendo sobre este tema y, como tantas veces en el pasado, cuando estos desarrollos sean perfeccionados en el exterior, nos limitaremos a comprar patentes, pagar regalías, castigar nuestra balanza de pagos y continuar siendo tecnológicamente subordinados.

1.45. Uno de los recursos naturales más comunes y abundantes en Colombia son las arcillas. Hasta la fecha se las utiliza casi únicamente para hacer materiales de construcción de rudimentaria elaboración como adobes, o artículos cerámicos más o menos primitivos. Sin embargo, su compleja constitución química permitiría contemplar la posibilidad de aprovecharlas como materia prima para la obtención de productos químicos inorgánicos, particularmente los derivados del hierro, el aluminio, el calcio, y el magnesio, muchos de los cuales consume la misma industria colombiana en apreciables cantidades. Hace unos tres años se recomendó la organización de un programa conjunto de investigación sobre industrias de arcilla entre Centros de estudios técnicos de varios países latinoamericanos cuyos progresos y resultados serían muy importante conocer en Colombia.

1.46. Lo mismo que las industrias de alimentos y las químicas, las industrias metalúrgicas y metal-mecánicas constituyen una de las ramas principales de nuestra actividad fabril, Pero han llegado ya a un punto en que su desarrollo posterior está seriamente limitado por el escaso grado de innovación tecnológica y de modernización que se está haciendo en ellas actualmente. Es por esto por lo que las investigaciones y el progreso técnico en estos campos son no solo muy urgentes sino también muy prometedores en resultados aprovechables, es tan vasto el campo de la investigación mineralógica, metalúrgica, química, metalografía y física que podrían cubrir los estudios que requiere esta industria, que es imposible siquiera mencionarlo rápidamente. Todas las actividades de esta industria necesitan perfeccionamiento y tecnificación: la fundición, el maquinado, la estampación, el troquelado, el corte, los acabados, etc. La asistencia que el Instituto de Investigaciones Tecnológicas está prestando a las fundiciones ha sido valiosa y útil pero es necesario generalizarla a todo el país y extenderla a las otras operaciones fabriles.

1.47. Dada la relativa escasez de minerales metálicos en Colombia, bien haría el país en invertir algunos recursos para investigar las posibilidades de utilizar minerales de bajo tenor para la producción de hierro, cobre, aluminio, plomo, y zinc, mediante procedimientos simplificados que no exigen grandes instalaciones ni costosas inversiones. En ello podrían sumarse los esfuerzos de las principales industrias metalúrgicas, del Instituto de Fomento Industrial y del Instituto de Investigaciones Tecnológicas y de las demás entidades de fomento minero e industrial.

1.48. Hay otro gran número de problemas colombianos que, si bien no afectan directamente a las industrias existentes si tienen que ver con las posibilidades de desarrollo y diversificación industrial del país, de algunas de sus regiones o de algunos de sus sectores. Son tantos y tan diversos que sólo se puede aspirar a presentar una lista incompleta de algunos temas de más importancia y quizá de más prometedores resultados. Entre ellos pueden mencionarse:

- a) Los estudios para la elaboración del mapa metalognético en todo el país.
- b) La búsqueda de materiales naturales intercambiadores de iones para uso en las industrias químicas, petrolera, de bebidas, de tratamiento de aguas, etc.

- c) Las investigaciones geográficas, geológicas y geofísicas para establecer la posibilidad de utilizar energía solar, eólica y geotérmica en regiones aisladas de los centros de generación eléctrica o en zonas rurales.
- d) Las investigaciones sobre elaboración de productos farmacéuticos básicos (antibióticos, hormonas, opoterápicos, esteroides, etc.) a base de materias vegetales y animales colombianos, para aliviar la gravitación que hoy ejercen sobre la balanza de pagos por concepto de regalías, patentes y materiales sobrefacturadas.
- e) Los estudios fitoquímicos y zooquímicos sobre la flora y la fauna colombianas, para evaluar sus inmensas posibilidades de industrialización.
- f) Las investigaciones sobre la física del estado sólido en nuestro mundo mineralógico.
- g) Los estudios básicos sobre la mecánica del flujo de materiales granulares y pulverulentos, que frecuentemente causan problemas en nuestras fábricas.
- h) La elaboración de materiales de construcción de viviendas, universales y económicos, y el desarrollo de técnicas elementales y eficientes de construcción.
- i) Las investigaciones sobre mecánica de suelos, ciencia en la cual deberíamos hacer aportes de interés para resolver los problemas que se están presentando en el diseño y construcción de funciones para edificios industriales.
- j) Los estudios y las investigaciones de oceanografía e hidrobiología que se requieren para el mejor conocimiento del país y para el desarrollo industrial del incalculable potencial económico que encierran nuestros mares.

1.49. Es imposible no referirse así sea rápidamente a la cuestión del personal necesario para este vasto trabajo, y de su escasez en Colombia. (Ver Anexo 2). En otros trabajos y documentos se le ha tratado con mayor detalle y profundidad. Aquí solo se quiere hacer énfasis en que si no resolvemos esta dramática carencia en forma adecuada y definitiva es inútil pensar en posibilidades de progreso técnico y científico en Colombia.

1.50. Uno de los aspectos más graves de este problema es el de la emigración de técnicos y científicos. Colombia comparte con la Argentina la dudosa distinción de ser el país latinoamericano que exporta el mayor número de este precioso recurso humano gratuitamente, con gran perjuicio para sí mismo y en beneficio de países altamente desarrollados.

El ICETEX estima en 900 el número de profesionales que emigran al exterior cada año, causándole un grave perjuicio a Colombia, tanto por la pérdida de capital que con ellos se va, como por lo que dejan de hacer para el país, agudi-

zando nuestro atraso técnico y cultural.

Aunque se aducen varios motivos para éxodo, parece que no se ha advertido claramente que se trata fundamentalmente de un problema ético, atribuible a una deficiencia en la educación colombiana, la cual no imparte en el estudiante ni en el graduado universitario una clara conciencia sobre la responsabilidad que tiene con su nación.

1.51. Es indudable también que por negligencia o imposibilidad tanto el sector público como el sector privado niegan oportunidades de ocupación y de contribución al progreso a nuestros técnicos y científicos.

Los profesores universitarios, por ejemplo, viven confinados a sus actividades docentés o de laboratorio, sin que el país aproveche para su desarrollo social y económico ésta que es su más valiosa y calificada reserva de conocimientos científicos y de competencia técnica.

RECOMENDACIONES.-

2.1. Con referencia a la investigación tecnológica para uso industrial, y además de las diferentes medidas de carácter general que será necesario adoptar para impulsar la ciencia y la tecnología en Colombia, conviene dar los siguientes pasos:

2.2. Es necesario crear un Instituto Latinoamericano de Ciencias y Tecnología, que coordine y centralice todas estas actividades en América Latina, que permita aprovechar al máximo los equipos y el personal escaso de que disponen nuestros países, que recobre e incorpore los científicos latinoamericanos emigrados, y que sirva de contacto con todas las instituciones análogas del mundo. La creación de esta entidad fue ya recomendada a la Unesco por la Conferencia sobre Ciencias y Tecnología en América Latina (Santiago de Chile, Septiembre de 1965) y a ella deberían contribuir también el BID, la Alalc, el Ilafa y todas las demás entidades de desarrollo industrial latinoamericano. Esta entidad debería investigar y recabar todas las posibilidades de cooperación científica y técnica disponibles hoy en el mundo, especialmente aquellas que demuestran ser más adecuadas y más adaptables para las condiciones concretas de América Latina.

2.3. En busca de la constitución de un mercado común de ciencia y tecnología en América Latina, Colombia debería iniciar las gestiones para un Acuerdo Intergubernamental de liberación e intercambio científico y tecnológico con los principales países latinoamericanos, especialmente en los campos de la agricultura, la minería y la industria.

2.4. Es necesario crear el Consejo Colombiano de Investigación Científica y Tecnológica, con un número reducido de distinguidas personalidades del mundo de la ciencia y de la técnica, y adscrito a la Presidencia de la República. Sólo una cantidad de estas puede coordinar las dispersas e incipientes tareas investigativas que se realizan en el país, racionalizar y canalizar el apoyo estatal a esta actividad, supervigilar la incorporación de tecnología extranjera y el uso de patentes, concentrar el uso de recursos para investigación, e implantar una política seria y consistente de fomento cientí-

tífico.

2.5. Es necesario organizar un programa concreto de investigaciones sobre tecnología industrial, especialmente para las industrias químicas, de alimentos y metalúrgicas, mediante acción conjunta del Estado y la industria privada, y aprovechando en él los medios y la experiencia de las Universidades. Los Institutos Oficiales y semi-oficiales, y los laboratorios industriales.

2.6. Es necesario robustecer el Instituto de Investigaciones Tecnológicas, abrirlo al patrocinio y a la participación de empresas industriales privadas, coordinar su acción con las entidades industriales financieras y universidades, y crear sus dependencias en Medellín, Barranquilla y Cali.

2.7. Es necesario establecer o robustecer nuestras relaciones culturales y científicas en forma permanente y activa, con varios países del mundo que hoy son protagonistas principales del desarrollo científico y técnico como la Unión Soviética, Francia, Japón, Suecia, Canadá, Polonia, Sur África e Israel.

2.8. Sería conveniente llegar a acuerdos bilaterales de intercambio de personal y de trabajos con centros de investigación técnica y científica para la industria en los distintos países del mundo, tales como el Portland Cement Institute en Estados Unidos, el ICAITI de Centro América, el Instituto Textil en Lodz (Polonia), el Instituto Butantan en Sao Paulo (Brasil), el Centro de Estudios Metalúrgicos de la Comisión Nacional de Energía Atómica de la Argentina, etc. Asimismo es necesario institucionalizar oficialmente la cooperación permanente y el intercambio de centros nacionales de investigación latinoamericanos como el INTI de la Argentina, el IMIT de Méjico, el IPT de Sao Paulo, el INVESTI de Venezuela, el III de Monterrey, etc.

2.9. Una fórmula para concretar y aprovechar la posible creación de un Instituto Latinoamericano de Ciencia y Tecnología, sería la de definir y emprender programas de investigación en disciplinas o áreas académicas específicas (v. gr. química de los metales, mineralogía, esteroides vegetales, metalografía, etc.) para ser realizados en Colombia, con científicos latinoamericanos y con asesoría de institutos o países del mundo elegidos exclusivamente por su competencia científica.

2.10. Es necesario crear un fondo colombiano para el desarrollo de nuevas industrias, específicamente colombianas financiado por el Gobierno Nacional, el Banco de la República, las Corporaciones Financieras, las industrias estatales y privadas, el IFI, los bancos y demás aportantes voluntarios, que se encarguen de financiar el diseño, el desarrollo y la industrialización de tecnologías adecuadas a las necesidades y posibilidades concretas de la industria Colombiana.

2.11. Un instrumento imprescindible para la organización de la investigación en Colombia es un Centro de Documentación e Información cuya constitución y funcionamiento deberían estar a cargo del Consejo Colombiano de Investigación Científica y Tecnológica que se recomendó atrás. Una tarea que podría cumplir esta entidad, de particular interés para la industria, es la de

obtener y divulgar en el país la información sobre patentes industriales expiradas en Estados Unidos, Europa y otros países, y entre las cuales sin duda muchas podrían ser aprovechadas en nuestro medio.

2.12. El ICETEX debe orientar sus programas de préstamos preferentemente hacia países latinoamericanos más adelantados, como Méjico, Brasil, Argentina y Chile, que cuentan con institutos docentes de alto nivel en campos científicos tan importantes para el progreso técnico con la Matemática, la Física, la Química, la Bioquímica, la Metalurgia, la Estadística, la Hidráulica y la Farmacología.

2.13. Pero lo más importante de todo es estimular y unir a los científicos colombianos, repatriar a los que han emigrado, y darles condiciones decorosas e interesantes para hacer investigación científica, al más alto nivel, y en función de las necesidades colombianas. Asimismo hay que promover en gran medida el despertar y el cultivo de vocaciones científicas en la juventud universitaria, estimulando su curiosidad intelectual, respecto a su libertad de opinar encauzando su profunda y sincera preocupación por Colombia y abriendo el país a las corrientes científicas y de pensamiento del mundo entero. Lo esencial para hacer ciencia es tener científicos, y lo esencial para tener científicos es formar jóvenes científicos.

BIBLIOGRAFIA

Conferencia sobre la aplicación de la ciencia y la tecnología al desarrollo de América Latina (CASTALA). Santiago de Chile, 1965.

Conocimiento técnico necesario para la industrialización de países poco desarrollados y obstáculos que se oponen a su transferencia.

Preparado para la Cepal por el Ing. Eros Orozco. 102p. mimeogr.

Final report of the Conference. p.v. mimeogr.

Giral, Francisco. "Phyto-chemistry and zoo-chemistry in Hispanic-América". Impact of Science on Society. vol. xvi, no. 4, 1966 pp. 227-275

Lacchnann, Kari E. "La transferencia de TECNOLOGIA a los países en desarrollo". Comercio Exterior - México t.xvii, no. 2, Febrero 1967. pp. 131 - 134

Lecerf D. "Mayor research and development programmes as instruments of economic strategy". Impact of Science on Society, vol. Xvii no. 2 1967. pp. 115-134

Leuchsner, Bruno. "La investigación tecnológica en América Latina". Boletín económico de América Latina - NN.UU. vol. viii. no. 1 Marzo 1963 pp. 67-88

Maddison, Angus. "Foreign skills and technical assistance in economic development". The OECD Observer, no. 22 Junio 1966 pp. 11-18

Oficina Internacional del Trabajo. Los recursos humanos para la industrialización. Algunos aspectos de la política general y de la planificación. - Ginebra, 1967. 270p.

"Science and technology as development factors". International Social Science Journal, vol. xvii, no. 3 1966

United States. "Industrial Development". Science, Technology, and Development, vol. iv.

"Scientific and technological policy, planning, and organization". Science, Technology, and Development. vol. ix.

(Documentos preparados por los Estados Unidos para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la aplicación de la Ciencia y de la técnica en las regiones poco desarrolladas, 1963)

Woodward, F. N. "Comment organiser la recherche industrielle" L'Observateur de L'OCDE, no. 12 Oct. 1964 pp. 44-46

PROPORCIONES DE ALGUNAS CLASES DE PROFESIONES ESPECIALIZADAS CON RELACION A LA FUERZA LABORAR, 1959

	Científicos e Ingenieros		Médicos		Profesores de Suma de las	
	Ingenieros	Dentistas Farmaceutas y Veterinarios	Dentistas Farmaceutas y Veterinarios	Superiores	Secundaria y Superiores	Tres Columnas
Francia	0.8	0.4	0.4	0.6	1.8	
Italia	0.9	0.6	0.6	1.0	2.5	
Reino Unido	1.0	0.3	0.3	0.7	2.0	
EE. UU.	1.7	0.7	0.7	1.0	3.4	
Canadá	1.3	0.5	0.5	0.9	2.7	
-USSR-	1.2	0.4	0.4			
Grecia	0.4	0.5	0.5	0.4	1.3	
España	0.3	0.6	0.6	0.3	1.2	
Turquía	0.2	0.1	0.1	0.2	0.5	
Yugoeslavia	0.5	0.2	0.2	0.3	1.0	
Guinea	0.002 ^{1/}	0.007	0.007	0.016	0.025	
Nigeria	0.01	0.01	0.01	0.05	0.07	
India	0.05	0.1	0.1	0.3	0.45	
Irán	0.16	0.1	0.1	0.2	0.46	
Pakistán	0.05	0.03	0.03	0.2	0.28	
Filipinas	0.24	0.42	0.42			
Formosa	0.1	0.2	0.2	0.6	0.9	
Tailandia	0.01	0.03	0.03	0.1	0.14	
Argentina	0.2 ^{1/}	0.4 ^{2/}	0.4 ^{2/}			
Brasil	0.1 ^{1/}	0.2	0.2	0.4	0.7	
Colombia		0.1	0.1	0.5		
Perú		0.2	0.2	0.6		
México		0.2	0.2	0.4		

1/ Solo ingenieros 2/ Solamente médicos y dentistas

Fuentes: OECD Observer.-

**SOLUCION DE LOS PROBLEMAS DE LA INDUSTRIA Y EL GOBIERNO
MEDIANTE UN INSTITUTO DE INVESTIGACIONES**

Karl Folkers

Instituto de Investigaciones que Resuelve Problemas
para la Industria y el Gobierno

Por el Dr. Karl Folkers.

El Instituto Stanford de Investigaciones es una organización para resolver problemas por medio de estudios que generalmente no pueden ser realizados por una universidad. El Instituto Stanford de Investigaciones comprende la Investigación y el Desarrollo del gobierno y realiza estudios orientados objetivamente, así como investigaciones para la industria y los negocios que carecen de personal técnico y de laboratorios adecuados para llevarlas a cabo por su propia cuenta. A menudo los negocios y la industria no pueden costear la formación de un personal para Investigación y Desarrollo y entonces recurren al Instituto Stanford de Investigaciones a fin de adelantar el estudio de sus problemas. El I.S.I. y otras instituciones similares de los Estados Unidos llenan un vacío entre la universidad y el mundo de los negocios y la industria. El I. S. I. proporciona así mismo al gobierno las facilidades de investigación que tanto necesita. En efecto, el I.S.I. es en un 75 por ciento aproximadamente del gobierno y en un 25 por ciento de otros sectores distintos al gobierno, incluida la industria.

Otros países han comprendido la necesidad de tal instituto de Investigación y Desarrollo, a fin de llenar aquel vacío. El Japón ya cuenta con uno de estos Institutos, de su propiedad, el Instituto Nomura de Investigaciones, inaugurado en 1966, el cual es asesorado de continuo por el I.S.I. con base en un acuerdo que cubre un período de más o menos seis o siete años. Hoy este instituto japonés es independiente y progresista. El I.S.I. y el instituto japonés son completamente independientes y separados, pero cada uno puede, y así lo hace, contratar con el otro con miras a la realización de estudios e investigaciones.

El I.S.I. tiene sus departamentos de economía, de técnica de dirección, de ciencias de sistemas, ingeniería, física y ciencias naturales. El I. S. I. es la única organización capaz de formar equipos de investigadores para resolver problemas. Por ejemplo, economistas, médicos e ingenieros pueden reunirse en equipo para resolver el proyecto de un cliente. Químicos, biólogos y agrónomos pueden formar equipos para resolver problemas sobre insecticidas o problemas de carácter nutricional. Economistas y expertos en sistemas y dirección de industrias, con experiencia en computadores, pueden formar equipos para resolver problemas de transporte, operación de oficinas de correo, problemas de la vida urbana o de educación.

El I. S. I. se destaca de manera especial entre las instituciones similares de los Estados Unidos por su conocimiento especial de las ciencias económicas y de administración y por combinar estas disciplinas con las Ciencias y la Ingeniería.

El I. S. I. rehusa generalmente realizar pruebas de rutina de productos para composición y calidad, así como otras funciones que sólo comprenden un

simple conjunto de información con muy poca o ninguna adulteración de los datos computados.

El I. S. I. generalmente no se compromete de planta en operaciones piloto de tecnología, pero adelanta investigaciones en grande escala en la fase de transición de un problema para el cliente industrial.

El I. S. I. puede realizar investigaciones sobre nuevos productos y nuevos procesos para una industria que se proponga arrebatar una determinada posición de un competidor en la industria. Se trata de una investigación industrial normal, y el I.S.I. realiza investigaciones industriales para sus clientes.

Yo sé que Colombia tiene varios institutos de investigación, incluyendo, un instituto de Investigaciones Tecnológicas, institutos de Cáncer, Salud, Nutrición, etc. Sin embargo, permítaseme exponer la naturaleza y el propósito del I.S.I. con relación a las necesidades de Colombia y proponer un modelo para su discusión y consideración. El nombre para esta organización modelo podría ser el de "Instituto Colombiano de Investigación y Desarrollo" es un modismo cargado de significación en los Estados Unidos. Tengo entendido que Colombia está grandemente interesada en el proceso de aplicación de la tecnología actual a sus necesidades. La aplicación es una parte del trabajo de "Investigación y Desarrollo". Es evidente que una traducción adecuada al español de "Research and Development", la preparación de un personal calificado y la realización de un programa de Investigación y Desarrollo en el país serían muy importantes para la nación colombiana. Por consiguiente, una expresión española que traduzca claramente el nombre de "Colombian Institute for Research and Development" podría ser muy importante para la política, la naturaleza y la imagen del Instituto en todo el país.

El Instituto de Investigaciones Tecnológicas corresponde de manera muy acertada al modelo, y podría ser ampliado y fortalecido. La ampliación de esta organización podría tener lugar tan pronto como pudieran obtenerse nuevos negocios y nuevo personal calificado, especialmente en Ciencias Administrativas y de Sistemas.

El Instituto podría organizarse y dirigirse por medio de los conceptos modernos de las ciencias administrativas, a fin de que pueda prestar un mejor servicio al país. Este Instituto podría tener una junta directiva de 24 miembros, más o menos. El número de miembros podría ser grande, con el objeto de que muchas organizaciones de todo Colombia estén representadas en la junta directiva y colaboren así con la institución en su orientación general. El período para muchos de los miembros de la junta directiva (pero no para todos) podría ser corto, por ejemplo de tres años, a fin de asegurar una mejor representación de los negocios, la industria y el gobierno.

El Instituto podría contar con seis divisiones que serían: 1) Economía; 2) Ciencias de Administración y Ciencias de sistemas; 3) Ciencias humanas; 4) Ciencias Físicas; 5) Ingeniería; 6) Administración Central y Finanzas. Las primeras cinco divisiones podrían tomar a su cargo la Investigación y Desarrollo, y la sexta división, a través de la sección de administración central, podría encargarse de la administración general, y a través de la

sección de finanzas, podría auxiliar a todas las divisiones de Investigación y Desarrollo. El acercamiento interdisciplinario para la solución de problemas podría ser objeto de un esfuerzo particular. El personal técnico de Economía y Administración, y el personal técnico de Ciencias Físicas e Ingeniería podrían trabajar juntos en los problemas prácticos de la industria y del gobierno, teniendo en cuenta la urgencia y el carácter práctico de las soluciones a proponer. Quizás un 20 por ciento del tiempo del personal técnico podría destinarse a sus propias ideas nuevas sobre investigación y desarrollo, a la ciencia y a la preparación de propuestas para nuevos contratos. Todo el personal técnico del instituto deberá respetar el carácter confidencial de los proyectos de los clientes y no revelar ninguna información a otros clientes.

Las operaciones financieras del Instituto podrían ser respaldadas parcialmente por el gobierno de Colombia y parcialmente por el comercio y la industria sobre una base anual y de manera rotatoria por la industria y el comercio. El comercio y la industria de Colombia podrían considerar a este instituto como una organización para la solución de sus problemas en épocas de necesidad, y podrían abrigar la esperanza de recurrir a él para la solución de sus problemas. Cuando el comercio, la industria y el gobierno de Colombia respalden al Instituto tomarían conciencia de su responsabilidad y utilidad para el éxito de la organización.

Los contratos del Instituto podrían proporcionar el balance del apoyo financiero. Los contratos podrían obtenerse de dos maneras: la primera consiste en que el personal técnico elabore una propuesta y se la venda al cliente. La segunda consiste en que el cliente se acerque a la institución para solicitar al cuerpo técnico que solucione su problema. La más importante de estas maneras consiste en que el cuerpo técnico le venda una propuesta al cliente. Esto significa que el cuerpo técnico profesional del Instituto debe tener un sentido de innovación y audacia, además de un sentido de urgencia. Esto significa que la selección de un cuerpo técnico adecuado constituye una responsabilidad muy importante para el presidente del Instituto. Desde luego, no todo el personal técnico profesional tendrá que ser el empresario ideal, pero como nos decía el profesor Djerassi, solamente unos pocos empresarios dinámicos podrían promover y llevar a cabo una extensa operación. Unos pocos empresarios economistas, biólogos e ingenieros podrían garantizar un impacto adecuado sobre el conjunto del personal técnico del Instituto.

Tengo la confianza en que tal Instituto ampliado y fortalecido pueda contribuir mucho más al progreso de Colombia no sólo en este año sino durante 1968-1969 y en los años posteriores. El cómo lograrlo es algo que depende de Colombia, y el éxito de otros institutos de América como el I.S.I. Batelle y otros demuestra el valor fundamental de tales instituciones para el comercio, la industria y el gobierno. El establecimiento de un nuevo Instituto en el Japón es también muy significativo. El I.S.I. se sentiría muy complacido de ayudar a Colombia a resolver sus problemas, como lo hace con 25 o 35 países del mundo.

COMO ESTA LA INVESTIGACION EDUCATIVA
EN COLOMBIA

Universidad del Valle

I - CONCEPTO DE LA INVESTIGACION EDUCATIVA

Con el objeto de circunscribir los términos de referencia del tema asignado, trataremos de formular una definición específica de lo que puede ser entendido como Investigación Educativa.

Parece necesario señalar, que en general, ha habido un cambio de actitud hacia la investigación. Por ejemplo, se reconoce hoy día que la investigación es un componente necesario de todo proceso científico - de producción, distribución y consumo. Los países que hoy disfrutan de un estado de desarrollo económico avanzado, deben su adelanto a la introducción de nuevas tecnologías productivas gracias a un permanente proceso de investigación científica de sus procedimientos y sistemas de producción. La organización administrativa, las relaciones públicas y de personal, el análisis de mercado, el estudio de tiempos y movimientos no son sino formas o áreas en las cuales la Investigación Científica ha tenido y tiene un formidable campo de aplicación.

En el área del desarrollo social, ha venido ocurriendo también un proceso semejante al experimentado en el campo tecnológico y productivo. Largo sería enumerar los estudios elaborados por entidades nacionales e internacionales y/o por científicos sociales en los cuales la investigación social se considera un componente de enorme importancia, en la formulación de políticas de Desarrollo Social.

Progreso Social e Investigación no pueden ya concebirse aisladamente. Por el contrario, el proceso de Cambio Social viene siendo observado científicamente con el objeto de identificar en él su dirección, su dinámica y sentido, así como las variables de mayor importancia que afectan su evolución.

En consecuencia, parece lógico esperar que la Investigación Educativa haya sufrido también un profundo cambio en sí misma, ensanchando sus áreas de investigación y afinando la metodología de análisis de los problemas educativos.

Esto ha motivado un cambio de actitud en el investigador educativo y en el desarrollo de sus funciones.

No obstante, la Investigación Educativa se ha caracterizado en Colombia por el estudio y presentación de cifras sobre magnitudes tales como: características culturales de la población, número y distribución por edades, sexos y ocupaciones principales, grado de escolaridad y analfabetismo, los edificios y servicios escolares, la población escolar, matrícula, absentismo y promoción; datos acerca del número de maestros, sus niveles de preparación, etc. etc., han sido suficientemente estudiados y en términos generales, se conocen sus magnitudes y sus déficits. (1)

(1) Ver: Pedro Gómez Valderrama. Memoria del Ministro de Educación Nacional. Tomo VI. 1967 pag. 12 y s.s.

Por otra parte, los aspectos administrativos y presupuestales tampoco son ajenos a la investigación educacional.

Este examen ~~analítico~~ de las grandes variables " macroeducativas " de la situación actual ha sido, en ciertos casos, completado con proyecciones futuras, con el fin de cuatificar sus déficits y estudiar la magnitud de los recursos para dar satisfacción a la demanda (2)

Lo que sí parece discutible es que este tipo de investigación educativa, - que podríamos denominar "descriptiva" o informativa ha dado lugar a cambios de planes, programas y a veces de rumbos en la educación. En otras palabras, auncando existen declaraciones que pretenden vincular a la educación con el contexto socio-económico del país, la aplicación del método científico al proceso de formulación y ejecución de políticas en materia de educación, ha sufrido una inexplicable postergación. Es decir, no se han hecho estudios de "experimentación" en busca de datos que determinen la eficacia de los cambios introducidos en la educación o en general, de las variables que intervienen en el proceso educativo.

Sin embargo, parece conveniente mencionar algunos trabajos científicos, - que aunque no inciden sino marginalmente, en el concepto de investigación educativa que aquí estamos examinando, deben ser incorporados a esta visión general o panorámica del tema. Dentro de éstos, el examen de las correlaciones entre niveles socio-económicos y rendimiento académico ha sido acometido, en forma preliminar, por dos investigadores, cuyos trabajos han sido realizados independientemente uno del otro. (3)

Por otra parte, si bien se han realizado algunos intentos de conocer el estado de la investigación educativa y existe inquietud sobre la experimentación educativa por parte de varias instituciones docentes de alto nivel, no sería aventurado decir que la investigación educativa en el campo experimental está aún en embrión en nuestro país.

Analizando el problema más a fondo, se podría decir que se ha olvidado el estudio científico de la naturaleza y el valor técnico real de la relación entre los servicios educativos, su administración y funcionamiento y los fines generales a que se destinan. Es decir, no se ha determinado científicamente si la educación está respondiendo a las demandas de la vida actual del país en su rápido proceso de desarrollo tecnológico y cultural.

(2) Ver: Departamento Administrativo de Planeación. Plan General de Desarrollo en Colombia, Parte General. Editorial el Mundo. 1962 pag. 72, - 227 y s. s.

(3) Ver: Aguilera G. Bernardo. Las Pruebas de Admisión en la Universidad del Valle. 1964 - 1967 Minero y la del Dr. José Rodríguez Valderrama.

Como consecuencia de lo anterior, surge la necesidad de enfatizar en la realización de estudios que trasciendan del ámbito descriptivo y se introduzca la investigación analítica de la educación convirtiéndola en un instrumento integral de desarrollo económico y social y asegurándole una óptima calidad al sistema para actualizar y adaptar el proceso educativo a las necesidades del país. (5)

Resumiendo, podría ser definida tentativamente la Investigación Educativa como un proceso que incluye no solamente el análisis descriptivo de variables que influyen en la educación, sino también el estudio sistemático, riguroso y constante de los efectos de otras variables que integran el curriculum, tales como métodos de enseñanza, contenidos, ayudas, audio-visuales, actitudes de los profesores, etc. en el aprendizaje de los educandos de acuerdo con los objetivos de la Educación, sus normas y aspiraciones y al desarrollo cultural y tecnológico del país. (6).

Los alcances de este enfoque son fáciles de apreciar: con base en los resultados obtenidos, surge la posibilidad de establecer bases metodológicas simples para planificar la educación en busca de una correspondencia directa entre la actividad educativa y los fines de desarrollo social, político, cultural y económico a los que la nación aspira.

Implicito en este concepto aparecen claramente, las relaciones entre educación y desarrollo económico y social, la naturaleza, los instrumentos y la organización del planeamiento de educación etc.

Concebida en estos términos, la Investigación Educativa, es una actividad complementaria de la estadística educativa y su papel trasciende más allá del simple concepto descriptivo anteriormente mencionado (Ver Nota)

NOTA: Es interesante anotar que la Oficina de Planeamiento, Coordinación y Evaluación del Ministerio de Educación, creada por Decreto No. 206-2351 de 1957 y reorganizada por el Decreto 1937 - 1960, a través de la Sección de Institutos de Investigación Científica había iniciado un inventario sobre las Investigaciones de carácter científico que se adelantaban en Colombia, para lo cual pretendió organizar el Consejo Nacional

(5) Ver: Ministerio de Educación Nacional. Oficina de Planeamiento. Institutos Nacionales de Educación Media. Aspectos Generales. Tomo I. Bogotá, D.E. 1967 pag. 6.-

(6) Ver también la definición que aparece en: Escuela Interamericana de Bibliotecología. Investigaciones en Proceso en Colombia. Opus cit. - pag. 11

de Investigaciones Científicas y Culturales y proveer la organización de un Centro Nacional de Documentación Científica.

Igualmente se pretendía publicar anualmente una Guía de Instituciones de Investigación Científica y Cultural y la nómina de investigadores (Ver: Posada Jaime, Una política educativa para Colombia, Vol. 1 Imprenta Nacional - Bogotá, D.E. 1968 Pag. 1)

Al parecer esta iniciativa no se ha materializado aún, dado que se interroga hoy día sobre su existencia (Ver: Universidad de Antioquia - Escuela Interamericana de Bibliotecología, Investigaciones en Proceso en Colombia, Vol. I 1966 Acumulación - Medellín 1967 - pag. III.)

II- LIMITACIONES PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION EDUCACIONAL.

La Investigación Educativa se ha restringido en los países subdesarrollados. Se ha dicho que ha existido poca imaginación en desarrollar métodos, currículo, equipo, textos, edificios y administración para recoger el desafío que plantea el rápido y sostenido incremento demográfico de la región, y las necesidades de un desarrollo económico, social y político acelerado.

Sin tratar de justificar este fenómeno en cuanto se refiere a Colombia, es posible intentar una explicación en él, al constatar que el proceso de Cambio-Social y Desarrollo Económico que presenta en el país, encuentra serias limitaciones de adaptabilidad a nuevas circunstancias nacionales, diferentes a las tradicionales. Esta característica habría hecho que se preste más atención a los problemas de mayor urgencia, originados por las demandas de matrícula en todos los niveles educativos y sectores, construcción y dotación de aulas, capacitación acelerada de maestros en todos los niveles y a la formulación más o menos acelerada de una estructura para la administración educativa. En consecuencia, el análisis y/o evaluación educativa a través de la investigación y experimentación, no podía haberse adelantado con igual énfasis que las actividades anteriores.

En otro plano de actividades de investigación tampoco se han acometido estudios de carácter científico, o modelos de planificación de los recursos educativos, especialmente económicos en busca de una maximización de las inversiones.

Parece obvio entonces señalar que la falta de investigaciones educativas está limitando a su vez, el desarrollo de actividades científicas de mayor envergadura y significación, tales como conocer niveles óptimos de "producción" educativa por tipo de educación, la selección de tecnologías educativas, o un patrón óptimo de recursos humanos calificados extranjeros, que aseguran dinamismo al desarrollo de la educación.

Con respecto a la investigación del currículo, solamente a fines del año de 1967, durante el IV Seminario de Facultades de Educación, realizado en la Universidad del Valle, se señalaron temas tales como "clase de investigaciones se deberían desarrollar para ubicar convenientemente el área de cada institución en el trabajo de conjunto".

Aunque no se mencionó la elaboración de nuevos currículos, se asignó un temario dedicado al análisis de la administración del actual currículo. (7)

Otra limitación de importancia en el desarrollo de la Investigación Educativa, parece haber sido la falta de una política de colaboración mutua - en la formulación de temas de investigación, así como en la asignación - de responsabilidades específicas.

El resultado ha sido una multiplicidad de estudios, sobre diferentes tópicos educativos, sin que existiera coordinación entre éstas a ningún - nivel.

Se debe señalar también como una de las más serias limitaciones de la - investigación Educativa, la falta de personal especializado en investigaciones de currículo, administración y elaboración del mismo. Por último ha sido difícil, cuando no posible, realizar experimentación pedagógica, - por falta de dotación de materiales técnicos y ayudas educativas.

III- CONCLUSIONES

Las características del país en la época actual, de acelerado proceso de cambio socio-cultural, no permiten que la educación continúe sirviéndose y guiándose de métodos, técnicas y objetivos formulados para épocas anteriores.

La vigencia y legitimidad del rol de la educación en sus niveles primarios, secundarios, técnicos y universitarios, descansa en una correlación dinámica entre las transformaciones tecnológicas del mundo moderno y la respuesta del sistema educativo a las demandas cualitativas y cuantitativas - que plantea el proceso de desarrollo.

La adaptación del contenido de la enseñanza de los programas y de los métodos a las nuevas necesidades de la cultura y del progreso solo puede ser realizado si existe el concepto que la Investigación Educativa es básica - para la actualización de la enseñanza y la modernización de los métodos. La experimentación científica, aplicada a las técnicas de enseñanza, a - la formulación y a la administración del currículo, y al estudio de la administración Educativa, debe convertirse en una actividad organizada, si tematizada y coordinada.

De acuerdo a lo anterior, parece recomendable no sólo la asignación de -

(7) Ver: IV Seminario de Facultades de Educación. Informe Conjunto Universidad del Valle. Facultad de Educación. Cali - Diciembre 18/67 - Mimeo. pag. 1,3.

labores específicas de investigación educativa, a personal ya especializado en estas materias a nivel de Facultades de Educación, sino que además se debería contar con presupuestos adecuados para la formación de mayor número de profesionales dedicados a la investigación educacional. Igual conclusión parece recomendable para la adquisición de elementos y materiales técnicos y ayudas audio-visuales para el desarrollo de la investigación educativa. Fuera de las interrogantes anteriores, creemos que la respuesta que se dé a preguntas tales como: qué cantidad de recursos debe el país dedicar al sistema educacional; cómo deben ser distribuidos los recursos entre los varios tipos de instituciones educativas, etc. son sólo algunas de las materias que podrían ser analizadas a través de programas de Investigación Educativa.

I- ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

Se incluyen a continuación, una reseña bibliográfica seleccionada y actualizada en la cual es posible encontrar tópicos que dicen relación con el tema asignado. "Cómo está la Investigación Educativa en Colombia?"

Esta información bibliográfica ha servido de base para la elaboración de este trabajo y no pretende ser exhaustiva.

1. - Asociación Colombiana de Universidades
Fondo Universitario Nacional

Estadística de la Educación Superior. Tomo III

Estudio para el Planeamiento de la Educación Superior, Bogotá, D.E. 1961

2. - Asociación Colombiana de Universidades
Fondo Universitario Nacional

Estadísticas Universitarias . Normas
Estudios para el Planeamiento de la Educación Superior, Bogotá, D.E. 1961

3. - ~~Asociación~~ Asociación Colombiana de Universidades
Fondo Universitario Nacional

Seminarios Realizados en 1956 y 1957, Recomendaciones
Estudios para el planeamiento de la Educación Superior.
Bogotá, D.E. 1961

4. - Colombia - Ministerio de Educación Nacional
Oficina Administrativa para Programas Educativos.
Conjuntos O.A.P.E.C.

Institutos Nacionales de Educación Media
I.N.E.M. Bogotá, D.E. ix. 1967 Volúmenes 1-2-3-4-5-6-7 y 8

5. - Edgar E. Córdoba Mendoza M.L.S.
Investigaciones en Progreso de Colombia.
Julio de 1967

6. - Jaime Posada
Ministro de Educación Nacional
Una política en los años de la Administración Lleras.
Volúmen I - II - III - IV -
Bogotá D.E. Imprenta Nacional 1963

- 7.- Pedro Gómez Valderrama
Ministro de Educación Nacional;
Memoria Ministro de Educación Nacional
Tomo III- 1967 Bogotá, D.E. Duplicaciones
Mineducación 1967
- 8.- Ministerio de Educación Nacional
Oficina de Planeación . I Plan Quincenal
Informe del Proyecto para el Primer Plan
Quincenal Tomo I- II- III- IV- V-
Primera Edición Junio de 1957
Segunda Edición Sep. 1958 Bogotá, D.E.
Centro de Documentación e Información
- 9.- Organización de los Estados Americanos
Proyectos de Acción Inmediata Seleccionada
y recomendaciones por la Comisión Especial de la Organización del
los Estados Americanos para promover a Programación el Desarrollo
de la Educación, la Ciencia y la Cultura en América Latina
Secretaría General de la O.E.A. Sub-Secretaría para Asuntos Culturales,
Washington, D.C. 1963
- 10- Pedro Gómez Valderrama
Ministro de Educación
El Desarrollo Educativo Tomo II
Memoria al Congreso Nacional de 1963
Bogotá, D.E. Imprenta Nacional 1964
- 11- República de Colombia
Departamento Norte de Santander
Mineducación- UNESCO
Investigación Educativa en Norte de Santander 1959-1960
Instituto Piloto de Educación Rural . Escuela Normal Asociada al Proyecto
Principal No. 1
Pamplona 1960
- 12- Unión Panamericana IV
La Educación = 41 - 42
Enero - Junio 1966 - Año XI
IV. Reunión del Consejo Interamericano
Cultural Washington . D.C. 20006-1966.-

EL USO DE LAS COMUNICACIONES POR SATELITES PARA LA DIFUSION
DE PROGRAMAS INSTRUCTIVOS DE TELEVISION

William Bollay

SUMARIO

El Uso de las Comunicaciones por Satélites para la Difusión de Programas Instructivos de Televisión

Por William Bollay,
Stanford University.

El estado actual de la tecnología espacial hace técnicamente posible proporcionar comunicación por satélites y difundir hasta tres programas educativos de T.V. en forma directa para área tan extensa como el Brasil, de manera que puedan llegar a cualquier escuela rural. Una transmisión por satélites similar para un área más pequeña como la que integran Colombia, Perú, Venezuela, Ecuador y Bolivia podría proporcionar de manera simultánea dos programas directos de T. V., así como suministrar 900 canales telefónicos para comunicaciones regionales.

Estudios realizados durante un curso de postgraduados en la Universidad de Stanford arrojaron la conclusión de que tales comunicaciones por satélites podrían solucionar a bajo costo el problema de poner al alcance de todas las escuelas de un lugar la enseñanza de los mejores maestros de la zona. De una manera específica, el costo para el Brasil de la comunicación por satélites se elevaría a la suma de cerca de 20 millones de dólares anuales durante un período de diez años. Esto equivale a un costo de aproximadamente 100 dólares anuales por escuela, o más o menos un dólar anual por estudiantes. Si se destinan dos aparatos receptores de T. V. para cada escuela, previendo posibles fallas en alguno de los receptores, el costo sería todavía de menos de dos dólares anuales por estudiante. Estos costos incluyen los gastos del sistema de satélites, los receptores locales, la programación y los servicios consiguientes para las escuelas.

Si tales sistemas regionales de comunicación por satélites combinan la distribución de televisión educativa con la función adicional de la intercomunicación regional del sistema telefónico, entonces los ahorros realizados en las actividades de comunicaciones (con el uso de eslabones de micro-ondas) pagarían los costos de un sistema completo de Televisión Educativa.

Una evaluación de más de 400 proyectos de Televisión Educativa, que abarcan desde la escuela primaria hasta la instrucción universitaria, ha demostrado que la Televisión Educativa cumple funciones tan efectivas como si los mismos maestros estuvieran dictando personalmente sus clases en los respectivos salones escolares. De todos modos, se necesitará un maestro para cada salón de clase, el cual será siempre un maestro local. Pero la calidad de la instrucción, especialmente en el ramo de las Ciencias, mejorará grandemente en comparación con la que un maestro local puede impartir sin el uso de la televisión. El ritmo de mejoramiento de la educación será más rápido y menos costoso que el intento de adiestrar de nuevo a los maestros por medio de programas masivos sin el uso de la televisión.

R E P U B L I C A D E C O L O M B I A

Ministerio de Educación Nacional

COLOMBIA - U. S. WORKSHOP ON SCIENCE
AND TECHNOLOGY

P a p e r s P r e s e n t e d

Fusagasugá - February, 26 - 29 1968

With the cooperation of A. I. D. and the National Academy
of Sciences of the U. S. A.

SCIENCE POLICY AND ECONOMIC DEVELOPMENT

Harrison Brown

I N D E X

	<u>Page No.</u>
1.- Science Policy and Economic Development.	
Harrison Brown	109
2.- Notes on the Need for an Integral Scientific and Technological Policy in Colombia.	
Gabriel Betancur Mejía	121
3.- The Technological Problems which influence in the Development of Agricultural and Livestock.	
Enrique Blair Fabris	129
4.- Analysis of the Technical Problems that Colombia faces in the Development of its Crops and Livestock Sector.	
Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)	133
5.- Colombian Non-Renewable Mineral Resources.	
Darío Suescún.	145
6.- Analysis of the Problems that the Country faces for the Development of Research.	
Sven Zethelius	151
7.- Analysis of the Problems which confront Colombian Universities in the Development of Research.	
Ramiro Tobón	159
8.- Technical and Scientific Investigation for the Industry in Colombia.	
Gabriel Poveda Ramos	171
9.- Solution of Problems for Industry and the Government by an Institute of Investigation.	
Karl Folkers	197
10.- What is the State of Educational Investigation in Colombia.	
Universidad del Valle	201
11.- The use of Communication Satellites for the Relay of Instructional T.V. Program.	
William Bollay	209

.....

SCIENCE POLICY AND ECONOMIC DEVELOPMENT

Harrison Brown

1. Why Science and Engineering ?

It is becoming increasingly clear that research and development have for a long time played an important role in the economic and social development of the technologically more advanced countries. The scientific-industrial revolution carried Europe far ahead of the rest of the world economically. More recently, we have seen industrialization and high per capita levels of production and consumption spread to the United States, to the U.S.S.R. and to Japan. In this process, research and development have given rise to a continuous flow of improved ways of accomplishing tasks.

The agricultural sector of the United States economy provides an outstanding example of the extent to which research and development can give rise to economic gains. Recent studies have demonstrated that returns on investments in agricultural research in the United States have been very high, averaging something like 100 percent per year over the last century with returns on research on hybrid corn alone averaging perhaps as much as 700 percent annually. Over the last century Japan, also, has realized very high returns on agricultural research expenditures.

The rapid growth of the non - agricultural sector of the United States economy can by no means be explained satisfactorily solely on the basis of the accepted classical ingredients of economic growth: capital, labor and land. The missing ingredient is an element which has variously been called "innovation", "technical change", "scientific and engineering advance", "research and development", and "advances of knowledge" and almost certainly includes increased understanding of management methods and improvement in the education and training of labor. Although economists disagree among themselves as to the importance of this element, recent studies indicate that it has contributed over the years perhaps as much as 50 percent of the annual growth of the United States economy and possibly even more.

The poorer countries of the world have been slow to share in the flow of wealth which the scientific-industrial revolution has made possible. The reasons for this are complicated and only poorly understood, but it now seems likely that one of the reasons lies in the failure of the poorer countries to develop an adequate scientific base. The late Homi Bhabha, who did so much to develop science in India, summarized the situation forcefully in 1966 when he said: "The problem of developing the underdeveloped countries is the problem of establishing modern science in them and transforming their economies to one based on modern science and technology!"

Most of us recognize that the problem of the economic development of the poorer countries is enormously complex, requiring a multiplicity of actions. Agriculture must be modernized, roads must be built, resources must be surveyed and analyzed, factories must be designed and built, dis-

SCIENCE POLICY AND ECONOMIC DEVELOPMENT

tribution systems must be established, schools and universities must be built, teachers must be trained, health services must be established and social and political institutions must be modified. Throughout the process leaders are called upon to make a diversity of complex and difficult decisions. All too often they lack the combination of wisdom and knowledge which is necessary if the correct decisions are to be made. Frequently the required knowledge, itself, is simply not available.

An economy which is based upon technology must be backed up by a substantial "problem solving competence" covering a broad spectrum of activities ranging from management to economics to engineering and science. This competence is necessary if solutions are to be obtained to development problems as they arise. All too many development plans either ignore or give low priority to this need.

The creation of an indigenous "problem solving competence" really means the creation of an ability to undertake research and development. It means creating the cadres of engineers and scientists who can apply their talents to development problems. It means creating the institutions which will enable the scientists and engineers to work effectively.

It is often stated that while it is true that research and development have contributed substantially to the economic development of the richer countries, the poorer ones can now solve most of their technical problems of development simply by importing the necessary technology from the more technologically advanced countries. If this were true, it would be unnecessary for the poorer countries to attempt to build up their own local scientific-technological competence. It is sometimes argued further that at the very least the poorer nations should postpone attempts to establish sophisticated national scientific establishments, including adequate research facilities and post-graduate training, until the development process is well under way.

The evidence speaks strongly against this view. For example, if technologies are to be imported persons must be in the position of making informed, wise decisions as to the technologies which are most appropriate. Rarely are foreigners as familiar with the problems of a country as are its citizens. Further, a given technology is usually designed for a particular physical-economic-social environment and is often inappropriate when transferred to other environments. Under the circumstances it is frequently desirable to modify technologies as they are transferred. In addition, many of the problems encountered in the development process simply cannot be solved outside the environment in which the problems arise.

Here, agriculture provides us with the most obvious illustrations. The problems involved in learning how to grow crops in the Amazon Basin cannot be solved in Europe or the United States. They must be solved in the Amazon Basin. The Rockefeller Foundation recognized this principle when it assisted the Mexican government establish a long range program aimed at increasing Mexico's agricultural production. The Foundation recognized that American technology could not be transferred directly to solve Mexican problems. However, agricultural problem solving techniques which were developed in the

United States could be transferred to Mexico and over a period of twenty years the joint effort contributed to an increase in average wheat yields from 11 to 37 bushels per acre. In the process, a cadre of outstanding young Mexican scientists and leaders was developed which now carries on a well-organized national agricultural research program.

In part as a result of the Mexican experience, it is now well recognized that an essential element of well-conceived national programs of agricultural improvement in developing countries is a program of agricultural research. This necessitates training agricultural scientists at home or abroad. It necessitates providing research institutions with adequate equipment and supplies. It necessitates the development of research leadership and the creation of an intellectual environment within which research can flourish.

These principles have been applied successfully to agriculture in a number of countries, yet, their application to other sectors of the economy has come about very slowly. In part this omission has resulted from an implicit faith on the part of planners that technology can be transferred intact successfully. In part it has resulted from a failure on the part of leaders to recognize that in such sectors as resources surveys and evaluation, industrial development, urbanization, transportation, communication and public health, problems will inevitably arise which must be solved locally and which are too numerous to permit them to be solved by specialist brought in from the outside.

It is often stated that the inadequate rates of per capita economic growth which are currently characteristic of the underdeveloped regions of the world arise primarily from inadequate domestic savings and inadequate transfers of capital from the richer countries to the poorer ones. In a very real sense this is correct. Yet we must recognize the fact that if by some miracle the private and public capital available for investment in developing countries were suddenly greatly expanded (for example, doubled) there is serious question that the additional funds could be quickly put to effective use. As we have seen, there simply are not enough persons in these countries who possess the training and experience necessary to make the difficult decisions, to solve the large numbers of complex problems and to carry out the work of development itself. The extent to which this deficiency can be alleviated by utilizing trained persons from the technologically more advanced countries cannot be ignored yet it is limited. We must face the fact that one of the most important rate-limiting factors in the development of the poorer countries will be the rate at which adequately trained persons can be produced. In the long run it seems likely that development rates will be limited more by shortages of the right kinds of people than by shortages of money.

2. How Many Scientists ?

The present state of our knowledge does not permit us to estimate on an a priori basis the optimum numbers of scientists a given country should have as a function of time. Nevertheless it is possible to establish some principles to guide us in our estimates. Further, we can make use of the experiences of recently developed countries, in particular the Soviet

Union, Japan and the United States.

Basically, the numbers of scientists and engineers needed can be estimated in terms of the development problems faced by the country. Here it is assumed as a working principle that virtually all research and development efforts in a developing country should be aimed at solving problems closely connected with the economic development of the region.

In the agricultural sector an estimate of the number of scientists required should take into account the area of arable land (including the area of potentially arable given irrigation, fertilizers and pesticides), the diversity of conditions of soil and climate, the population density (in terms of the area of arable and potentially arable land), the relative contribution of agriculture to the GNP, and the importance of agricultural exports to the economy. The agricultural research experiences of recently developed countries over the past century can be utilized to assess roughly the relative importance of these various factors and to estimate the number of agricultural scientists needed if the pace of research is to be commensurate with the need. The estimate obtained in this way will, of course usually be very much larger than the number of agricultural scientists currently available. The next step is to assess the means by which the necessary numbers can be produced. In doing this three important questions must be answered: What resources can reasonably be allocated to this task? What assistance can reasonably be expected from the outside? What is a reasonable time scale for achieving the goal?

Similar estimates can be made in other sectors. The numbers of scientists needed for fisheries research will depend upon the length of coastline and upon the need for products of the sea. The numbers needed for health research will depend upon the population, the diversity of serious health problems and the relative importance of health problems as inhibitors of economic and social development. The effort that should be placed upon industrial research will depend upon the total capitalization and diversity of industry in the country.

Is perhaps useful to consider a specific example, geology, in more detail. The number of geologists, geophysicists and supporting professional workers should be roughly proportional to the area of the country, modified of course by the diversity of geological conditions. In 1966 there were approximately 20,000 geologists in the United States, corresponding to about 2,600 geologists per million km². Experience indicates strongly that this is not a "luxury" population. Since 1952 the "doubling time" for geologists has averaged about 18 years.

Let us now compare the U. S. population density of geologist with population densities in selected Latin American countries:

<u>Country</u>	<u>Number of geologists per million km² (1966)</u>
Brazil	94
Mexico	127
Chile	143
Peru	240
Colombia	254
U.S.A.	2.600 (1966); 1.500 (1952).

Without refined corrections involving the geological complexities of the regions, it seems that in most Latin American countries, the numbers of well-trained geologists should be increased 10-20 fold. Clearly such a great increase cannot be achieved instantaneously. When we consider that a generation is required to educate a scientist, it would appear that a doubling time of ten years is not unreasonably long. This would mean that times of the order of 30-50 years might be required to increase the number of geologists to adequate levels.

It is important to note that, using the guidelines discussed above, as development progresses the total research effort will increase and the relative research emphasis will shift. In a nation which is predominantly agricultural, most research effort would be directed at agricultural problems plus health, public works and resource surveys. As capitalization of industry increases, investment in industrial research and development would increase and eventually would predominate when the country becomes highly industrialized.

3. How Many Engineers ?

Needs for engineers, like needs for scientists can best be estimated in terms of problems and requirements in individual sectors of the economy such as agriculture, food technology, transport, communications and industry. As in the case of estimating needs for scientists, good use can be made of the experiences of recently developed countries.

The number of engineers in the United States has increased from about 50,000 at the turn of the century to over 800,000 in 1960 and to an anticipated 1,100,000 in 1970, corresponding to about one engineer for every 200 persons in the population. Until the middle of the century the ratio of engineers to scientists remained remarkably close to 3. Since 1950 the ratio has been dropping and is now approaching 2, a phenomenon which requires careful analysis, but might indicate that in the earlier years the amount of research being undertaken was below that required for optimum progress in terms of the total available technically-trained manpower. In retrospect, it seems extremely unlikely that the United States had an overabundance of engineers.

The total population of scientists and engineers in the United States increased from about 0.4 percent of the non-farm labor force in 1900 to about 2 percent in 1960 and the proportion is still increasing exponent-

ially, a clear indication of the rapidly increasing technological complexity of our society. There appears to be a marked relationship between this proportion and the proportion of the labor force engaged in non-farm activities also as indicator of the level of technological complexity of the society.

Were developing countries to attempt to follow the U. S. experience the "required" numbers of engineers and scientists would amount to no more than about 0.1 percent of the non-farm labor force, considering the relatively small proportion of the labor force which is engaged in non-farm work in most of the areas. This almost certainly should represent a lower limit for the immediate goals of such countries. In the first place, the levels of technology which developing countries are attempting to deal with are considerably more complex than the United States has to cope with in mid-nineteenth century. Secondly, the poorer countries hope to develop at a more rapid pace than did the United States. Thirdly, we must remember that the scientific-engineering establishment in the United States "just grew" without any effort being made to plan for its growth. In retrospect it seems likely that prior to World War II we had too little research. Had we had more research and development, there would probably have been a correspondingly greater demand for engineers to transform laboratory and pilot-plant findings into economic reality.

In view of these considerations, it would appear that reasonable immediate goals of the poorer countries should be to create cadres of engineers and scientists corresponding to about 0.5 percent of the non-farm labor force, with the longer range goal being to increase this proportion to about 2 percent. The precise goals would, of course, be determined by a careful sector - by sector analysis.

Finally, we should note another development in the United States and elsewhere, which is of particular importance to developing countries. During the last few decades there has been a marked increase in the proportion of business executives holding degrees in science and engineering. In 1900 only 7 percent of executives were scientists and engineers. By 1964 this figure was 33 percent, almost a five-fold increase. As a corollary there has been a marked decrease in the proportion of executives with backgrounds in banking and law again, an indicator of the increasing technological complexity of the decisions which must be made.

Clearly, developing countries should train scientists and engineers not only to engage in research and development and in traditional engineering activities. They should also train them with the idea that a significant proportion will eventually hold executive positions in industry and government.

4. How Much Research and Development ?

The total cost of a nation's research and development effort, both private and public, can be estimated in terms of the estimated numbers of scientists required. The total cost will depend upon a number of factors, the most important of which are:

- a) Salary which is related to the salary structure of the country
- b) Cost of research assistants and other helpers. Again, this is related to the salary structure of the country.
- c) Cost of the physical plant, which is again in large part related to the salary structure of the country.
- d) Costs of equipment and supplies, which are proportional to the numbers of scientific workers. In view of the fact that most supplies and equipment, including books, must come primarily from outside the country the question of foreign exchange and foreign assistance will be an important one.

The problem of salary scales of research scientists and engineers is of the utmost importance. Salaries should be high enough to make it unnecessary for research personnel to hold more than one job. Salaries should also be high enough to make the research profession a prestigious one, thus stimulating qualified secondary school and university students to elect science or engineering as their professions. Lastly, salaries should be high enough to discourage emigration of highly trained scientists and engineers to the technologically more advanced countries.

There is little point in going through the expensive process of training research scientists unless there is a clear-cut policy to support their research adequately. They should be provided with adequate laboratory facilities and help. Foreign exchange should be made available for the purchase of equipment and supplies. Facilities and personnel should be available for equipment maintenance. Well-stocked and well-run technical libraries are essential. Administrative help should be available to expedite orders, repairs, deliveries and to minimize, simplify or circumvent "red tape" which all too frequently slows or even stops research progress.

In the United States a useful "rule of thumb" is that an annual expenditure equivalent to a research scientist's salary is required to pay for his equipment, supplies and general support. This does not include the cost of the physical plant or the initial cost of the technical library. This proportion might well be considerably larger in developing countries primarily because most of the equipment and supplies must be purchased overseas.

Once a total research and development budget has been estimated using quite lines such as those discussed above, it should be modified to take into account the diversity of competition for scarce resources. Even when the severe demands placed upon the available resources by the various sectors of the economy are considered it seems unlikely that a knowledgeable evaluation of research needs will give rise to a recommendation for research and development expenditures much less than one percent of the GNP, at least in the majority of the poorer countries.

Today the more technologically advanced countries spend between 1 and 3 percent of their GNP's for research and development. The proportion currently spent by the underdeveloped countries is generally at least ten-fold less.

5. How Much Basic Research ?

The experiences of recently developed countries indicate that if applied research is to flourish a finite proportion of the national research effort should be devoted to "basic research", i.e. to research which is undertaken for its own sake and not oriented to any particular practical goal. If it is agreed that this principle is a sound one, the question then arises as to what proportion of the national research budget should be allocated to such activities. At one extreme there are nations in which basic research is looked upon as a luxury and practically no support is given. At the other extreme there are some nations in which considerable high quality basic research is undertaken but where there is virtually no research aimed at solving the problems of the country. Both extremes are unhealthy.

It almost goes without saying that quality of applied research, no matter whether it is sponsored by government or industry, is dependent upon the quality of education received by the research scientists. An integral and essential part of the education of a scientist is active participation in research of high quality and in its corollary activities: the free interchange of exciting ideas, exposure to uninhibited criticism by ones peers, exposure to criticism by the international scientific community. Even at the undergraduate level it is important that students be exposed to the excitement of research.

During the initial phase of the development of a viable national research and development activity, young scientists - to - be will receive their graduate education outside the country, perhaps in Europe or in North America. But every effort should be made to establish indigenous programs of graduate education as quickly as possible. This means that research programs of high quality must be started in the universities.

Generally speaking most basic research should be undertaken in the universities. There is nothing against applied research being undertaken in the universities also, but the greater part of a nation's applied research efforts will take place in government and industrial laboratories established for this purpose. But one of the primary responsibilities of the university is to nourish basic research so that it truly flourishes.

With respect to basic research activities in the universities of developing countries, it is important to remember that the world scientific community does not tolerate a double standard in science: one standard for the advanced nations and another for the underdeveloped ones. In basic science there is only one standard: a world standard. So when a program of basic research is started in a university, it is important that it be of as high quality as a comparable program in any of the advanced countries.

In general if a given program of basic research in a university is to be viable and of high quality it must be provided with a number of elements:

- a) There must be a "critical mass" of scientists of high calibre who can interact with each other.

- b) The scientist should not be isolated from the outside world. There should be frequent contact with scientists in the same field from the technologically more advanced countries.
- c) There must be adequate, steady, predictable support for help, equipment and supplies.
- d) There must be adequate research facilities.

If any of these elements are missing, the program in all likelihood will fail. But by far the most important ingredients will be the scientists themselves. Some of them might be young persons who have been sent abroad for their graduate training. Others might be young scientists from the more advanced countries who are willing to spend a few years in a developing country under the right circumstances helping to build a research program.

From the point of view of maintaining contact with the outside world, in many cases it will be desirable for a research group to establish a long term working relationship with a corresponding group in one of the more advanced countries with which it can exchange professors and graduate students on a continuing basis. In the few cases here such relationships have already been established the programs have been very successful.

Confronted by scarce resources available for basic research it is essential that great selectivity be exercised in choosing the universities and the research areas in which graduate education will be developed. Initial efforts should be concentrated on a very few institutions of highest quality. With respect to areas of effort it would appear desirable to avoid fields of inquiry which have particularly high capital costs per unit of research output (e.g. high-energy physics). Some preference should be given fields where the environment in the country offers unusual research opportunities (e.g. geophysics in Peru or the chemistry of natural products in Brazil). Also, preference should be given fields which have some relevance to development efforts (e.g. solid-state physics if an electronics industry is being planned; organic chemistry if pharmaceuticals are to be manufactured; geology if mineral potential is high).

Concerning the level of support of basic research activities, we should take the view that, in the light of their importance for the development of higher education, they should be given all possible support consistent with the concept that the prime national research and development objectives are practical ones such as agriculture, resources, health and industry. In other words, as many high quality research persons as possible should be permitted to devote themselves to basic research without greatly detracting from the needs presented by the major practical problems. Reduced to quantitative terms, an allocation of one percent of the total national research and development budget for basic research would be too little. An allocation of 50 percent would be too large. Something in the neighborhood of 10 percent would appear to be about right.

6. How Large the Growth Rate ?

Since the beginning of this century the population of scientists and engineers in the United States has double about every 15 years. In the U. S. S. R. by using planning coupled with rigid controls, research and academic personnel increased at about the U. S. rate between 1940 and 1950, in spite of the disruption of war. Between 1950 and 1955 the doubling time was 11 years and between 1955 and 1960 the doubling time was 8 years. The reduction of the long - term doubling time for the production of well-education research scientists to much below the ten-year level appears to be an extremely difficult task. One can conceive of short - cuts, particularly in the early stages when a fair proportion of the graduate training can be obtained overseas. But in the long run, it could appear that a doubling time of about ten years is about the minimum that should be considered for planning purposes.

We must keep in mind that it takes about 25 years to produce a competent scientist or engineer, for the process really starts in the home. Psychological studies of successful scientists and engineers suggest that such factors as the parents' occupation, the socio-economic status of the family, the attitudes of the parents toward intellectual knowledge and the parent's own educational attainments are significant in determining whether a child will be inclined to enter science as a profession.

Given a family environment conducive to science, other influence which lead to success or failure in the making of a scientist or engineer include early identification, encouragement and training. The child's interest can be deflected at many points in his development. The way in which science and mathematics are taught at the elementary and secondary school levels, and the enthusiasm and understanding of the teachers can have tremendous influence. Often teaching procedures and course requirements deaden any interest the student might once have had.

These difficulties are cited in order to emphasize that a government which desires to expand rapidly its cadres of scientists and engineers will be confronted by problems which greatly transcend those of developing post-graduate education in science. Competent teachers must be trained to teach science and mathematics in the primary and secondary schools. Effective course curricular at those levels must be formulated. Extracurricular activities, designed to excite the interest of young people in science must be developed.

When we examine these requirements it becomes clear that the creation of a substantial research and development competence in a less developed country necessitates a long term, sustained program at all levels of education. Great effort must be expended if doubling times are as short as ten years are to be achieved and maintained.

7. Government Organization

If science and technology are to grow in the less developed countries at rates commensurate with the needs, it is essential that government establish policies and mechanisms which will provide for adequate scientific-technological advice at the highest levels, which will also provide for the necessary financial support and which will facilitate adequate coordination between responsible agencies of the economy. We have seen that the problems of developing a national scientific-technological competence are so enormously complex that virtually all levels of government as well as a substantial part of the private sector must be involved. Under the circumstances, except in the situation where the development of science is but in its infancy, no single governmental mechanism will be adequate.

It is essential that whatever the form of the governmental mechanism, it provide for:

- a) Advice at the highest levels of government concerning problems and opportunities involving scientific-technological development.
- b) The means whereby science and technological change can be adequately taken into account in national economic planning.
- c) Mechanisms which will enable each government agency to undertake or sponsor research which is relevant to its mission.
- d) Mechanisms which will ensure that industrial research of importance to the national economy will be undertaken either within the private sector or by government - operated laboratories established for the purpose.
- e) Means for ensuring that the results of applied research are used to improve the effectiveness of operations and the efficiency of production in the various sectors of the economy.
- f) Means which will enable adequate government funds to be channeled selectively to scientists in the universities for the support of their research activities, both basic and applied, on a continuing basis.
- g) Establishment of post-graduate education in all areas of science and engineering relevant to national economic and social development.
- h) Strengthening of science and engineering education in the universities at the undergraduate level.
- i) Development of adequate curricular and teaching methods in science and mathematics in the primary and secondary schools.
- j) Means which will ensure that the limited available resources are allocated to these various activities on a national basis and which will enable the multiplicity of efforts to be coordinated.
- k) Mechanisms which will enable the non-governmental scientific-engineering community to criticize government programs constructively and advise the government about needs and opportunities in research and education.

A wide variety of governmental organizations can be conceived which at least on paper, will fulfill these needs. The choice of the most suitable will, of course, depend upon many factors including the size of the scientific establishment, the level of scientific development, the nature of the economy, the nature of the university system and the basic organization of the government itself. The ways in which these problems are handled in the U.S.S.R. are not necessarily the most useful approaches in the United States. The most appropriate science organization for Brazil is not necessarily the best one for Peru.

Above all it does not seem likely that any one organization can fulfill the total needs of a given country for very long. Something like a "research council" which can channel government funds to worthy research projects would appear to be essential. Some kind of a scientific advisory committee at the highest government level would also appear to be essential. It is important that there be a governmental group which can coordinate research undertaken or sponsored by government agencies. Some group must pass judgement on the distribution of allocations to agencies for research and development.

Often the most important governmental functions with respect to science can be combined in a single agency. But other essential activities simply cannot be undertaken within the framework of government. In some cases an "Academy" which make suggestions for future activities freely, is desirable. In some cases an "Association for the Advancement of Science" can effectively undertake programs which educate the public as to the importance of research and development.

The most effective "mixture" of organizations will vary greatly from country to country and will also vary with time. Each nation must select and support that mixture of governmental and non-governmental structure and activities which it believes will come closest to fulfilling its needs.

**NOTES ON THE NEED FOR AN INTEGRAL SCIENTIFIC AND
TECHNOLOGICAL POLICY IN COLOMBIA**

Gabriel Betancur Mejía

NOTES ON THE NEED FOR AN INTEGRAL SCIENTIFIC AND
TECHNOLOGICAL POLICY IN COLOMBIA

1.- INTRODUCTION

1.1.- The importance of a country's scientific and technological development has been universally established as one of the key elements for obtaining rapid economic and social development. Consequently, it is obvious that countries should presently be giving greater attention to internal promotion of the scientific sector and analyzing the means of accelerating organization of Science and Technology.

1.2.- It is evident that in view of the lack of qualified personnel and adequate financial means in developing countries, it is necessary to establish State participation which will allow coordinated channeling of efforts toward those aspects of greater importance in order to develop sectors such as agriculture, industry, services, etc. This idea was expressed by the United Nations Advisory Committee on Science and Technology: "Each government should have a clearly defined policy regarding Science and Technology. Such policy should be oriented towards national, autonomous and self-sufficient national growth, as well as towards organization and planning of national scientific activities, in support of social and economic development through the application of Science and Technology."

On the basis of the above, some comments will now be set forth which can be applied in the country, regarding what a Science and Technology policy should be and how these tasks can be carried out.

2.- DEFINITIONS

2.1.- It would be worthwhile to begin this presentation with some general definitions that will be brought up again further on. By scientific policy we mean the group of measures taken by a country resulting in the development and strengthening of its human resources trained at scientific levels, its institutes of higher education and research, and its systems of scientific and technological information and exchange. As human resources, we have considered in this discussion the personnel consisting of scientists, engineers and technicians, and especially those engaged in full-time research. Within the group of research entities are included any group of qualified individuals conducting research on a continuous basis and making a continuous and structured effort. Finally, we have considered as information systems professional societies, technological entities, organizations of agricultural or industrial technical extension, documentation centers and technical libraries. In this case, we have considered not only the process of bringing the entity's internal personnel technically and scientifically up to date, but also their important functions as means of exchange with the outside community.

3.- STATE OF SCIENTIFIC TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT IN THE COUNTRY.-

3.1.- It is precisely through surveys of each of the above-mentioned factors that the development of a country in Science and Technology can be determined. The number and quality of its scientific personnel, the proportion dedicated to research work, the works published in international journals, the level of advanced university education, research equipment available, general investments in research, status of scientists and professional activity in the country, are all means for evaluating the state of a country's scientific and technological development. Moreover, their variations during annual or longer periods constitute a clear indication of the soundness of the general system.

3.2.- In the case of Colombia, these measures are for the most part unknown due to the lack of an exhaustive analysis of the whole scientific-technological situation. Furthermore, no detailed study has been made of all the research entities, personnel who work with them, nor the programs being made within their long-term projects.

3.3.- Internationally, relationships have been sought between rates of scientific development and rates of economic development, and it is common to relate research investments with the country's GNP. Several regional meetings have indicated the necessity of establishing as minimum initial investments in the development of a scientific policy between 0.7 and 1.0% of the GNP. Even without going too deeply into the actual significance of this broad difference, a critical deficiency can be established between actual efforts and the levels in similarly developed countries.

3.4.- Simultaneously, another general measure which can be considered refers to the number of professionals per 1000 inhabitants. In the case of Colombia this relation is 08/1000, in contrast to 2 for Argentina and 1 for Brazil. These rates, although scarce, clearly indicate that the state of scientific-technological development shows much room for improvement. We do not wish to enter into an analysis of works by Colombian authors published in internationally renowned foreign magazines since only a few fields will be found perhaps medical sciences, botany, biology - in which a small number of individuals show up in the scientific publications of the year.

(Personal estimates for the case of Colombia indicate figures a little above 0.1% of the GNP).

3.5.- We have set forth this situation because we consider that the success of this meeting lies in analyzing realities and discussing the ways of modifying them within the shortest term possible according to the means available. There exists a qualified element in the country and there also exists a youth full of hope, and if we organize ourselves we can establish the means which will allow performance of a real scientific job in the country. Furthermore, these present circumstances show the urgency of establishing a governmental and private policy towards the same purpose.

4.- ORGANIZATION OF A POLICY ON SCIENCE AND TECHNOLOGY.

4.1.- Two essential elements are necessary for attaining an effective policy. One is that there exists in the country an organism to establish the general requirement of personnel to be trained, research to be developed, financing required, institutions which should be created or strengthened. The object of such an organism will be to cover the national field in science and technology and contribute towards defining specific programs. The second element is the one which should carry out research, obtain the necessary funds, broaden previous recommendations, and it should cover not only the scientific community but also the industrialist, the farmer and the investigator.

4.2.- The first element is developed generally through a centralized group in the form of a Science and Technology Council, through a government Division or in some cases even through a Ministry of Science and Technology. In the case of Colombia, the Government is considering establishment of a Council which must probably include executive representatives of the official sector, leading investigators in their fields, representatives of Universities, Industry and Agriculture.

This group - not very numerous, generally speaking - could be advised by specialized groups in each discipline which may be required for making an actual analysis of the country. Obviously, in order to exercise positive action this Council must have a limited but efficient structure which will permit coordination of the information obtained. Furthermore, it should gather the basic information which will make it possible to reach decisions.

4.3.- Generally speaking, these Councils in Latin America have concentrated most on educating scientific personnel abroad and subsidies for national investigators. In our case, we should also analyze the country's future development and establish means for gradually eliminating the technological and scientific gap in our development. Furthermore, studies should be carried out together with the economic group of the national planning department to define new technological fields in which the country should begin to act in accordance with economic and social development programs. In the case of Colombia, ICETEX (Colombian Institute for Technical Specialization Abroad) is accomplishing a task of incalculable importance as regards training, and it can assume a large part of the administrative management of foreign studies. However, the Council should recommend those fields which may require greater intensification of training, and determine priorities among them.

4.4.- Finally, the Council is to carry out a function which will become more and more important as regional integration advances. This function is to act as a channel for Science and Technology relations with countries in the region and in other continents. The exchange of qualified professionals between our Latin American countries, visits from professors of more highly developed countries and contacts between the technicians and scientists of the world will constitute, to a greater and greater degree, the key element in the achievement of real development. Another point that we should bear in mind is the fact that integration cannot be effected only through commercial agreements, and the movement of physical products, but through close contact between Latin

American leaders among whom the engineering and scientific professional will carry out an important mission. This Council should also be a bond between the professional communities of our country and other countries such as the United States through a continuous effort made in that direction.

5.- EXECUTION OF A SCIENCE AND TECHNOLOGY POLICY -

5.1.- The second stage of the program, that is, execution of research, of training, the transmission of information, should be entrusted to entities existing in the country. However, the experiences of several countries indicate that the Government should give direct assistance if the rate of scientific and technological advancement is to increase. Likewise, in the United States - although for reasons different from those in our country - official assistance is required and it has been as much as 50-60% of the research carried out. For this purpose it is necessary to establish on a direct basis and through international credit agencies, a fund the original amount of which should be analyzed in this meeting, to be used in the promotion of programs having, in the opinion of the National Council, a critical effect on the establishment of an effective research and extension group in the country.

If the Council includes a major proportion of individuals having qualifications, prestige and knowledge of the country, it can be insured that the utilization of these funds will result in a speeding up of Science and Technology not evident at present.

5.2.- Periodic review of programs by independent individuals and an analysis of the results obtained in the different cases would allow evaluation of the soundness of the decisions made. If the program incorporates sufficient flexibility for introducing the changes deemed necessary, the action of existing groups could be accelerated without the necessity of introducing substantial modifications in the long-term plans established.

5.3.- There exist in the country entities such as the Institute of Technological Research, the Institute of Nuclear Affairs, the research departments of the universities, medical research units, and even research departments in a few industries. How to take maximum advantage of this group of agencies will be one of the functions of future scientific policy execution. However, something should be taken into account which is often forgotten, and that is that the entities cannot act beyond the capacities of the persons composing them. It is consequently essential to establish means which will allow scientists complete dedication to their work, free of daily worries of an economic nature. Society should acknowledge those who through their efforts have contributed towards the development of a better country. Salary levels should be analyzed, subsidies should be promoted for investigators and professionals who carry out programs of great national interest, and finally, the isolation of scientists from world development in Science and Technology should be avoided. It is only by comparing our knowledge with that existing in more developed and developing countries, that we can determine what new elements should be adapted to the country and what changes should be wrought in our systems of action. In recent years, travel limitations have adversely affected participation in international meeting and contact with foreign scientists, with the result that the professional community, with some exceptions, is falling behind the times in fields

which undergo substantial changes in five years.

5.4.- A number of the above measures should be integrated with the country's economic and social development plans. For this reason, joint groups of scientists and economists should analyze which are the principal research needs, which fields should receive greater attention in research, what institutional elements should exist, and what cooperation should exist between Science and Technology and university planning.

5.5.- The country has not included in all its plans sufficient elements for relating Science and Technology to development to present it as an integral part of planning. It will be necessary in the course of the next few years to carry out studies that will integrate the activities of our scientific infrastructure with the programs presented by the Planning Department. We should discuss here the general outline to be followed and the possible utilization of the results obtained. It is necessary to have a frame of general reference within which priorities can be established, either by fields or by economic and social objectives.

5.6.- Again, through this planning, the Government seeks only a general coordination between official research entities, and to define which aspects should be specifically promoted as far as direct financing is concerned. This policy is not presented as a strait jacket for the scientist or investigator, who will maintain his independence to carry out research in different fields. But the State does have the obligation to channel its limited resources towards those fields and projects offering the most effective possibilities for social and economic improvement.

5.7.- Moreover, a methodology of investigation should be established. Because its development has been so recent, only a decade ago was real study begun on how to carry out research, how to manage projects, how to choose in accordance with the goals desired. The way to promote seminars on these aspects in the country should also be analyzed in order to limit costly errors in studies which appear to have great initial importance but which do not have a real impact on our national situation.

6.- FINANCING.

6.1.- We well know that one of the decisive elements for the success of the activities we attempt, will be adequate financing of the same. The Government is willing to analyze its participation in this undertaking together with private enterprise, with international credit organizations, and with the allocation of necessary counterpart funds. But it also considers that an important program of assistance must encompass preliminary studies which justify it, which indicate clearly the reasons for choosing the projects given greatest attention. We believe that, as in education, research is an investment, and we are willing to evaluate the means whereby private efforts can be expanded, be this through tax incentives, or special terms for financing, which you may indicate.

6.2.- Faced with limited resources, we deem it necessary to analyze the means of concentrating research in specialized entities which can

cover a specific field in sufficient depth. We should avoid excessive dispersion and duplication of research but without interfering in the individual creative spirit. For this purpose, study should be made of existing systems in the country to put investigators in one field in contact with each other, of what information in scientific or technical magazines will offer awareness of what is being done in different entities and how we could create or complement such action in the country. One of the elements which has most rapidly accelerated the scientific advance of countries such as the United States, is this bond between scientists and the action of "cross-fertilization" between groups having different interests. Modern science can no longer be taken as a series of compartments. It is necessary to establish their universal nature and to attack problems through the joint efforts of natural and social scientists. How to achieve this objective is a point that we should discuss.

6.3.- We should also study together the experiences of Colombia and other countries regarding systems to insure continuous and increased financing of Science and Technology programs. SENA's success in this field is well-known - in obtaining funds as a fixed participation of the payroll of the country's firms. Argentina has managed to get adequate financing for its agricultural research programs by means of a tax of 0.2% of its exports in this field. The same country has developed one of the largest networks of technical assistance through a fixed participation of all industrial loans from industrial banks at the rate of 0.25% of the same. We should also like to see voluntary private participation in our scientific policy programs since this contribution should complement that obtained in the way of official funds. The American experience would be of great interest in the clarification of this point.

6.4.- We place great faith in the Interamerican Science and Technology Program to be carried out through the OAS as a means of direct assistance for research and development or of scientific policy in the different countries of the region. This program, created by the American Presidents in the historical meeting at Punta del Este, will be carried out with the assistance of the Government of the United States as a member of the OAS. We believe that once this program is begun, other official and private sources in the world will channel their resources towards it. The Government, with the approval of President Lleras, has presented the proposal of the Institute of Scientific and Cultural Integration which is presented at this meeting as one of the work documents. This program is going to be carried out together with Colombian universities, and with other countries in the area, constituting one of the first steps in national scientific definitions. The Government has already assigned an amount of US\$387,500 to support the Interamerican Science and Technology Fund and we hope in the near future to receive support for the proposals presented.

7.- SCIENTIFIC AND TECHNICAL INFORMATION.-

7.1.- One aspect which should receive special attention is the establishment of efficient mechanisms for the application of the sum of knowledge already accumulated, mainly in developed countries. This information, both in the sciences and in technology, should be at the disposal of investigators, industrialists, centers of higher learning, etc. The country should take on the structuring of a center of scientific information and technological transfer, and also create centers specializing in scientific information where it may be

possible to rapidly obtain photocopies or microfilms of world publications. Several international documentation centers have offered the country their collaboration, but there should be a nucleus through which such tasks could be channeled.

7.2.- This function should not only be statistical; it should also promote its services among possible users, be they translations, copies, literature resumés, processes, patents, etc. Some of the centers in other countries have specialized towards the industrial sector as a service for those entities which do not have sufficient information, small industries, individual persons, etc. It would be worthwhile to determine whether in the case of Colombia the agricultural sector or other additional sectors should be considered.

7.3.- There should exist parallel to this informative function a coordinated effort towards the adaptation of foreign technology to the conditions of the country. Frequently, industries are developed in the country as copies of those existing in other totally different economic and social environments. Difficulties are frequent in these cases and lead to considerable economic losses. Does there exist in the country an adequate mechanism in this direction? The activities carried out by the IIT and by research departments in universities and industrial entities have been decisive factors in our incipient local technical development. The question should be posed as to whether this is sufficient, whether it should be modified, whether it covers the areas that are really important for the future of the country. Perhaps we should also ask if we are using adequately what we have, if we know the older entities among the possible users. The country is beginning to see the benefits of agricultural extension developed by the Ministry of Agriculture, the ICA (Colombian Agriculture and Livestock Institute) and private as well as semi-official associations, but a similar effort has not as yet been seen in the industrial field.

7.4.- Finally, we should analyze the obstacles in the adaptation of knowledge and its use in the country. It is frequently stated that the patent system hinders the utilization of many processes for the benefit of national industries, but has the problem been studied in detail? Should we change our point of view in this area? The Government has conducted several studies, especially those related to the chemical-pharmaceutical field, but there is still much work to be done. In this sense we should also bear in mind that the country should have specialized groups, even though not on a large scale at first, working at the frontiers of scientific and technological development. This is the only way to develop in the future an indigenous system which does not depend on foreign sources for its vitality.

In these functions we shall be dependent to a great degree on the collaboration of professional, scientific and engineering associations through their specialized groups, on the dissemination of knowledge obtained and on the promotion of activities which will keep up to date our scientists or technologists, so they do not suffer from that erosion of knowledge which is characteristic of an age when the average life of a product does not exceed 10 to 15 years. The basis of any policy will depend on the effectiveness of the means which we develop to avoid professional obsolescence in the country,

8.- UTILIZATION OF THE NATIONAL HUMAN ELEMENT.-

8.1.- This is one of the principal elements in a Science and Technology policy. We should not only analyze whether the professionals trained in the university correspond to our developmental needs, but also whether the graduate professional is offered the opportunities to apply efficiently his knowledge in the country.

8.2.- It is with respect to this group that the Government considers the necessity of avoiding to a maximum degree the emigration of its best scientific elements trained abroad after great economic sacrifices. The strengthening of agencies which can absorb them, the continuity of research programs and the acknowledgment of research quality are some of the aspects required. We would like to hear your recommendations regarding the creation of systems of personal motivation such as subsidies, national prizes for Science and Technology, and perhaps most important of all, the creation of a national awareness that the community is one of our most important weapons in the battle for development.

THE TECHNOLOGICAL PROBLEMS WHICH INFLUENCE IN THE DEVELOPMENT
OF AGRICULTURAL AND LIVESTOCK

Enrique Blair

PROBLEMS OF A TECHNICAL NATURE WHICH INFLUENCE
THE DEVELOPMENT OF THE AGRICULTURE AND LIVESTOCK SECTOR (1)

INTRODUCTION

Problems of a technical nature are those generated by factors which limit the growth of agricultural and livestock production, other than land, labor and institutional structure. In other words, problems of a technical nature refer to forms and services of capital resources known as agriculture and livestock technology.

The problems analyzed here as problems of agriculture and livestock technology are those referring to deficiencies in research production, dissemination and adoption of 1) forms of capital such as machinery, improved seeds, fertilizers; and 2) capital services such as the knowledge necessary for the increase in production. As solutions to the deficiencies analyzed, the redistribution of public resources for attending to priority areas of research production and dissemination of technology is suggested. Mention is made also of the need for new investments combined with policies of incentives for agriculture and livestock producers.

PROBLEMS OF A TECHNICAL NATURE

The problems of a technical nature can be grouped together under the categories of problems relating to research production, dissemination and adoption of agriculture and livestock technology.

Among the problems regarding research on agriculture and livestock technology, we could consider, for one thing, the relatively limited effort which has been applied to the study of ecology and agriculture and livestock production of the country's hot tropical zones. These zones of the hot thermic ground cover 83 percent of the country and encompass 40 percent of its population.(1) In them are concentrated cattle raising; the most promising export crops such as cotton and banana and crops for import substitution such as cacao, sesame, African oil palm and others.

- 1- CIDA Land Tenancy and Socio-Economic Development of the Agricultural Sector
Colombia, Washington; Panamerican Union, 1966, P. 10
- 2- Paper prepared by Enrique Blair Fabris, Minister of Agriculture, and Alberto Franco, Agricultural Economist of the Interamerican Institute of Agricultural Sciences of the OAS.

They have favorable rain, temperature and sunligh conditions which favor vegetable growth to a higher degree than in the temperate zones of the world. Thus, it is calculated that the vegetation incorporated into the soil in tropical areas can be as much as 150 tons a year in contrast to 60 for temperate climates (2). However, research has been concentrated mainly on cold and temperate climate crops, which occupy 15% of the area of the country.

Another problem consists in the very limited attention given to the aspects of industrial transformation and commercial processing of agricultural and livestock products. It has been calculated that aggregate value generated by processing can be as high as ten billion pesos.(1), but the budget and personnel involved in the study of commercial processing represent less than one percent of the respective resources dedicated to the agriculture and livestock sector.(2)

The problems in the field of production of forms of capital (fertilizers, machinery and such) refer mainly to high costs due to causes such as the following; 1) Great proportion of imported materials and rise in the costs of such materials; 2) Imperfect structure of the sales markets for such products, which is translated into high commercialization margins; 3) Low quality of some products due to the fact that the necessary government control has not as yet been developed.

- 1- Vegeler, P. cited by Joffe, J. S. The Abc of Soils Sumerville:Sumerser Press, 1948.
- 2- Franco, A., Vélez J., Aspects of Institutional Agriculture and Livestock Credit in Colombia, Bogotá: Ministry of Agriculture (in the press).
- 3- IICA- Andean Zone, Administrative Organization of the Agriculture and Livestock Sector in Colombia, Bogotá, IICA-CIRA, 1966, Pp. 17,21
- 4- CEPAL Use of Fertilizers in Latin America, Santiago de Chile, 1966, P. 102

The problems regarding dissemination of agriculture and livestock technology are also numerous. For one thing, there is a lack of sufficient technical personnel to reach a "reasonable" proportion of the country's farmers. The scarcity of such personnel can be measured in terms of active agricultural population, number of farms and number of cultivated hectares in the country. Thus, in 1960, an active agricultural population of 2,650.000 people was calculated for the country (1); an area of 4,817.000 hectares of land being permanently or temporarily cultivated or lying fallow in populated regions (2) 1,437.410 farms (3) and a total number of 877 technicians (4) This signifies the following relationships:

$$\frac{\text{active population}}{\text{number of technicians}} = 3,030 \text{ persons/technician}$$

$$\frac{\text{number of farms}}{\text{number of technicians}} = 1.640 \text{ farms/ technicians}$$

$$\frac{\text{number of hectares}}{\text{number of technicians}} = 5,700 \text{ hectares/technicians}$$

If we accept that one technician can attend directly to one farm per active-day (that is , 250 farms per year), or in its defect, an extension of up to 1,000 hectares, we would obtain as a result that technical assistance would be reaching about a sixth of the total number of farms and/or area cultivated in agriculture.

Other problems related to dissemination of technology consist in the lack of adequate training of a considerable part of the technical personnel for disseminating knowledge among farmers and the lack of articulation between the different programs of the State organisms providing complementary forms of capital such as credit, education and supply of technological inputs.

- (1) CIDA, op. cit. P. 28
- (2) Ibid, P. 19
- (3) Ibid, P. 75
- (4) CIDA, Inventory of basic information for the Programming of Agricultural Development in Latin America: Colombia, Washington, Panamerican Union, s.f. P. 46

Finally, as problems relating to the adoption of agriculture and livestock technology, we could include 1) low level of adoption by the mass of Colombian farmers; and 2) unfavorable incidence (reduction) in the use of hand labor resulting from the use of certain forms of capital such agricultural machinery applied on an indiscriminate way.

SUGGESTIONS OF POSSIBLE SOLUTIONS:

In the case of research, the state of unbalance seen in the scarce attention given to problems of the hot tropical zones can be corrected by dedicating more resources to the study of ecological conditions, crops and cattle pertaining to these zones. This greater amount of resources would have to be obtained, at least in part, at the expense of the attention given to cold climate crops, among which certain varieties having remarkable resistance and productive capacity have been developed. Research on commercial processing and industrial transformation would require additional resources, in relation to the economic importance of these processes.

The increase in the offer of technological inputs requires several measures in the public and private sector. For one thing, it seems necessary to study better the economic feasibility of developing mineral resources for agricultural use. For another, additional financial resources should be dedicated and compensation balances should be taken advantage of, for the importation of machinery to transform these mineral resources and for the production of capital goods for agriculture (motors, pumps, equipment). Also necessary, are **infrastructure** investments for improving external economies and thus reducing costs and prices, and increasing the demand. Perhaps it would be advisable, also, to adopt the experiences of other countries where state-held firms or those of farmer organizations, are involved in the production and/or transformation of technological inputs to render more competitive the markets for these products.

The deficiencies in the field of dissemination of agriculture and livestock technology can be lessened, for one thing, through more intense use of sub-professional personnel and young farmers or peasant leaders to transmit information to the farmers. The utilization of such personnel shortens the social distance between the professional technician and the peasant, thus facilitating communication. Furthermore, it reduces the quantitative

deficiency of personnel without great additional budget allocations.

For another thing, the deficiencies in the dissemination of agriculture and livestock technology can be reduced through closer programming and coordination between various State Organisms, and mainly between credit and commercialization organisms and technical dissemination organisms. The lack of training of personnel as regards how to transmit information, requires intensification of social science courses in the agriculture and livestock Faculties or Schools, or supplying of this training through special courses; likewise, it is necessary to train this personnel in the subjects or rural administration so that they may give an economic dimension to their technical recommendations.

The application of solutions such as those set forth for the problems of research, production and dissemination of agriculture and livestock technology, should contribute towards raising the level of adoption of certain capital forms and services among a greater proportion of the rural population. But changes shall also be required in land tenancy and price policy in order to provide incentives for the farmer to adopt new technologies and increase agricultural and livestock production. In this sense, the solutions of a technical nature would be a necessary but not a sufficient factor in promoting development of the agriculture and livestock sector.

On the other hand, the reduction in the levels of utilization of labor force, due to the use of other forms of capital such as agricultural machinery without adequate planning, generates the necessity of concentrating its utilization in activities which increase the offer of other resources. In a country like Colombia where there is a large labor force but scarcity of capital, it is not, in general, desirable to have capital substitute human labor on an indiscriminate basis, because this increases unemployment. Thus, use of machinery should be concentrated in the opening of new areas which may increase job opportunities and in those tasks which cannot be carried out economically on the basis of hand labor.

ANALYSIS OF THE TECHNICAL PROBLEMS THAT COLOMBIA
FACES IN THE DEVELOPMENT OF ITS CROPS AND LIVESTOCK
SECTOR

Instituto Colombiano Agropecuario

I. C. A.

SEMINAR ON SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR DEVELOPMENT

ANALYSIS OF THE TECHNICAL PROBLEMS THAT COLOMBIA FACES IN
THE DEVELOPMENT OF ITS CROPS AND LIVESTOCK SECTOR

PRESENTED BY : INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO

I. C. A.

FIRST PART

I N T R O D U C T I O N

Colombia possesses a diversity of climates and soils which makes it possible to cultivate and produce nearly all species of plants and animals useful to mankind. However, the optimum production of the various species of animals and plants in the modern competitive world require a great deal of technical in formation as other economic and regulatory improvements in order to obtain production and increased development.

This paper deals with, in a broad sense, a number of the unanswered questions which at present prevent high production per unit of land, labor and capital. In general terms, the following are the most common technical problems in crop and livestock production:

- 1.) While improved crop varieties have been developed in the majority of the basic food crops, several species of crops remain yet to be improved.
- 2.) In some crops improved methods for soil management, fertilization supplementary irrigation, control of weeds, insects, and disease are lacking. Improvements are needed in plant population densities, and harvesting and port harvest handling of the crops.
- 3.) Improved methods are needed for the proper management of certain clases of livestock including control of infectious diseases and parasites, and the use of balanced rations for efficient intensive production. However, with the existing races, it is possible to achieve efficient production, if presently known systems of nutrition and management are applied.
- 4.) Technical assistance is often lacking, particularly in the extension and adoption of known technical information.
- 5.) there is a general lack of education at all agricultural levels.
- 6.) Certain deficiencies exist in marketing systems of agricultural products including quality control, packaging, transportation, storage and distribution, as well as an adecuate systems of financing and market supports.
- 7.) There is a general lack of adequate national planning, including such items as zoning of areas for crop production, governamental policies concerning pricing and production costs, infrastructure, the substitution of imported products and the promotion of specific agricultural crops for export.

- 8.) Some problems which are of a cultural and legal nature are inherent in the country including such things as land tenure systems, water rights, land inheritance systems, lack of community pride and spirit, etc.

From the complex nature of the previous paragraph, it is apparent that points 1 through 4 are directly concerned with improvement of plants and animals, so that such improvements, when placed in the hands of farmers, may help to produce more. Also in point 4, the problem of technical assistance and extension was mentioned. This is considered to be of primary importance, because the information is already available to increase the productivity in basic crops and livestock. However, this information is not used by the majority of the farmers and livestock men. In reality, they need a massive extension effort to assist them in their decision making functions of production and marketing.

In relation to the need to replace importation by domestic production of certain products such as wheat, fats and vegetable oils, (African oil palm, coconut, olive, sesame, soybean peanut, cottonseed, sunflower), wool, cocoa and barley, production problems and their solutions are totally or partially known. However, the application of these solutions, remain difficult due to deficiencies of credit, marketing, control of products and production costs government, agricultural policies, etc.

The solutions of these problems, contemplated by the agricultural industry of the country are as follows:

- 1.) Use all methods possible to get the new agricultural information obtained by ICA and other institutions into the hands of all farmers.
- 2.) Increase research necessary to obtain the technical answers to problems of management and pest control for plants and animals, that still remain unknown.
- 3.) In the case of fats and vegetable oils, the crops about which the country does not have sufficient information, it is imperative to set up work programs that will assure adequate technology as soon as possible.
- 4.) Because of shortage of specialized professionals in the different scientific disciplines of agriculture, it is necessary to increase the programs of educational specialization and to assure greater incentive to young scientists.
- 5.) In regard to problems, other than technical, that in one way or another obstruct agricultural development, the government must assume the initiative and delegate to the corresponding entities the search for appropriate solutions

In the second part of this report, a critical analysis will be presented of specific technical which are presently obstructing the development of the following crops or livestock: rice, wheat, barley, corn, soybeans, field beans, potatoes, yuca, bananas and plantain, cocoa sugar cane fruits and vegetables, pasture and forage crops, soil management, beef and dairy cattle, sheep swine and poultry.

SEMINAR ON SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR DEVELOPMENT

ANALYSIS OF THE TECHNICAL PROBLEMS THAT COLOMBIA FACES IN THE
DEVELOPMENT OF ITS CROPS AND LIVESTOCK SECTOR

PRESENTED BY: INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO

I. C. A.

SECOND PART

I N T R O D U C T I O N

In this part, a general analysis by crop and livestock species is presented. The present stage of each crop and animal species is evaluated; problems of a technical nature, with their causes are identified. This includes:

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. Rice | 10. Potatoes and Yuca |
| 2. Oat | 11. Pastures and Forages |
| 3. Banana and Plantain | 12. Soybeans |
| 4. Cocoa | 13. -Soils |
| 5. Sugar cane | 14. Wheat |
| 6. Barley | 15. Beef Cattle |
| 7. Beans | 16. Dairy Cattle |
| 8. Fruits and Vegetables | 17. Sheep |
| 9. Corn | 18. Swine and Poultry |

I. R I C E

In the technology of rice production in Colombia, very few technical questions are unanswered. Nearly all of the problems are known and usually the best solution in each case is presently available.

The productivity of the rice crop is directly proportional to favorable environmental factors: (temperature, rainfall, soil, sunlight, relative humidity, etc.) and to the quality and quantity of available varieties, the degree of plan protection against insects and diseases, the absence of weeds and other competitive factors and the technical capacity of those who handle the crop. There are still some technical problems to solve, such as development of varieties resistant to diseases, especially "hoja blanca" and "blast". However, ICA is in the process of also necessary to intensify the studies of fertilization, weed and insect control, an efficient irrigation, and to refine known management techniques.

On the other hand, the technology of rice production is obstructed by social and economic problems, system of land tenure, and, a general lack of extension of known agricultural techniques. An indication of the importance of rice is shown by the facts that in 1965 there were 374.000 hectáreas, with the production of 672.000 tons, and in 1966 an area of 350.000 hectáreas with the production of 680.000 tons.

II. O A T S

Under experimental conditons the production of grain oats varies between 3-5 tons per hectare, and about 40 tons of green forage oats per hectare. However, at present in Colombia only 2.000 hectáreas are planted. So it is necessary to import oats, both for human consumption and for livestock feeding in amount of approximately one million dollars annually. The principal technical problems that have limited oat production and the increase of this crop in the country are:

1. The existance of a fungus disease known as "stemrust", a disease which constitutes the principal factor obstructing the establishment of oats as a commercial crop. In this respect, it may be said that climatic conditions are ideal during the entire year for the development of "stem-rust" epidemica.
2. As a result of the aforementioned problem, early maturing varieties and varieties resistant to "stem-rust" are required. At the same time improved methods of crop management must be developed.
3. It is necessary to increase the oat crop for the production of forage and grain.

III. B A N A N A A N D P L A N T A I N

Banana production in Colombia in recent years, was approximately 630.000 tons on an area of 58.000 hectares. The production of 250.000 tons from 30.000 hectares was exported. The technical problems considered to be the greatest

obstacles in banana production are the "sigotoka" and "panama" diseases, which are caused by fungi and a root rot caused by "nematodes". For many years the variety "Gross Michel" (Musa Sapientum L.) has been the only variety cultivated. The production, while not very high, is accepted in the international market.

Recently, due to the serious threat of "panama" disease, the varieties "Valery" and Poyo" (M. Cavendish L.) have been introduced. These are not only resistant but have better production. And due to the plant size, they are less affected by strong winds, that year after year cause enormous damage to the banana plants. However, these new varieties mature rapidly and are susceptible to deterioration during handling and storage. This results in much fruit loss in the international markets. In view of the tremendous fluctuation of the international prices, the increased competition on the part of African countries, and the new banana plantations in Formosa, serious thought must be given to the industrialization of the banana surplus and of lower quality fruit.

The plantain has similar problems to those of the banana, with regard to the diseases such as "sigatoka" and "moko" and others. However, plantain is not cultivated in large plantations, but by small farmers, making difficult the control of "moko" which requires community action. Investigations concerning plantain have been initiated only recently.

IV. C O C O A

The present area in cultivation of cocoa is approximately 38,000 hectares with a production of 17,000 tons. Colombia, once an exporter of cocoa, now imports the beans. (The average importation during last three years has been 7.2 million dollars annually.) The causes for the decline in this production are the diseases and insects that have decimated the existing plantations. However, during recent years, some progress has been made, due to investigations carried on by ICA. A hybrid has been obtained, that matures rapidly, is resistant to diseases and has high production.

Material resistant to the disease "witch's broom" is available, and simple methods have been developed from the control of moniliasis, one of the economically most important fungus disease. Many problems still exist that require further investigation. These include studies concerning stem-rot (Ceratostomella-Xyleborus complex), and gall disease, technology of processing: this includes fermentation, drying and cleaning. Also needed are specific insecticides for the control of insects which destroy the beneficial pollinating ones. Other problems are lack of extension of research already completed and the lack of adequate credit, which would offer more incentive to the producers of cocoa.

V. SUGAR CANE

Many years ago, due to the occurrence of an infectious disease known as "mosaic", a resistant variety P. O. J. 2878 was introduced from Java. This variety has been cultivated extensively ever since in spite of its susceptibility to insects and many diseases. In spite of the introduction of varieties superior to P. O. J. 2878, which are adapted to Colombian conditions as well as the production of new varieties in the country, it has not been possible to replace this variety with the new ones.

The cane growers have not been receptive to varieties and new management techniques. If the cane producers would use the hot air seed treatment recommended by ICA, it would be possible to increase production by 30%, and in a few years eradicate the ratoon stunting disease (virus). Additional research is needed concerning cultural practices and development of resistant varieties to diseases and insects.

In regard to the use of cane for brown sugar production, studies are needed to obtain better production with adequate use of fertilizers, herbicides, and high producing varieties, resistant to insects and diseases. The greatest problem in increasing the production of brown sugar is the fluctuation of prices.

For sugar production, approximately 85.000 hectares produce 485.000 tons and for brown sugar 265.000 hectares produce 585.000 tons. However, these statistics of production vary considerably.

VI. BARLEY

The national production of barley has fluctuated around 105.000 tons per year on an area of 63.000 hectares. This production was adequated for national needs only in 1962 and 1963. National needs have increased such, that for 1967 a consumption of 145.000 ton is estimated. Assuming domestic production of 115.000 tons would indicate the need to import barley at a cost of 4.000.000 dollars approximately.

The country now has two new improved varieties: "Funza" and "124" which cover 30% and 70% of the cultivated area, respectively.

The variety " 124 " is moderately resistant to lodging, to leaf diseases and smut. This variety produces an average of 2.000 kilograms per hectare, reaching 3.500 kilograms on some farms. Among the technical problems still to be resolved are resistance to the following diseases:

1. Smut
2. Leaf rust
3. Dwarfing, common and yellow
4. Difficulties in introducing good malting quality into varieties of high production.

Other factors that have influenced production:

1. Lack of production programs
2. Lack of adequate supplies of improved seed, insecticides, fertilizers, etc. and the high cost of these materials.

3. Lack of knowledge of the comparative advantage with other cold climate crops, including livestock.
4. Low production in some areas.
5. Very small production units
6. Lack of technical assistance and extension.

VII. B E A N S

The majority of technical problems in bean production are known as are their solutions. The most serious problems of this crop are diseases, insects, and the occurrence of harmful atmospheric conditions that farmers call bad weather.

The national production has fluctuated widely; around 72,000 tons were produced in 1957 on 130,000 hectares, and in 1966 only 36,000 tons on 52,000 hectares (source INA). This indicates apparent reduction in consumption of this grain or a change in eating habits since the importation of beans has been very low and in small quantities. The country has improved varieties available and efficient methods of production. These varieties are resistant to the most common and most destructive diseases. Using these varieties and improved cultural methods, it is possible under normal conditions, to obtain production of 1,500 kilograms per hectare. This compares very favorably with averages of 583 kilos per hectare in 1957 and 692 kilos per hectare in 1966.

Among the problems which still remain to be solved are following:

1. Production of varieties resistant to certain bacteria and fungi of the roots that so far have not been controlled.
2. Production of varieties adaptable to hot climates (on the coast there are 130,000 hectares of cotton for which there is no suitable rotation crop)
3. Production of varieties with higher protein content and better quality.
4. Determination of the storage conditions which control insects, color change, and avoid handling of the grain that makes cooking difficult.
5. Low production in some regions.
6. Lack of credit for small producers.
7. Lack of technical assistance and extension.

Improved varieties and technical assistance should reach the farmer through an increased extension program.

VIII. F R U I T S A N D V E G E T A B L E S

The country has climates and soils appropriate for the economic cultivation of numerous species of fruits and vegetables. More than 530,000 tons of fruit and over 380,000 tons of vegetables produced in 1966. The exportation of fresh pineapple, mango, papaya, grapefruit, tomatoes, melons, onions and garlic, holds considerable promise.

Enormous quantities of tropical fruits are lost annually, due to the following factors of a technical nature:

1. The extension of known improved production methods for different species.
2. Lack of credit and technical assistance.
3. Lack of knowledge and of standards for the commercial marketing of fruits, including opportune harvest, preservation, processing and industrialization.
4. Availability of nurseries well distributed throughout the country.
5. Intensified investigation with certain species, especially tropical fruits.

Among problems of a technical nature that still remain to be resolved in the case of vegetables:

1. Development and/or adaptation of improved varieties.
2. Lack of high quality seed produced in the country. (In 1967 more than 68 tons of different vegetable seeds were imported).
3. Intensive study of more appropriate cultural methods for the management of different species. This includes fertilization, use of supplementary irrigation, control of weeds, diseases and insects.
4. Establish quality control and better methods of commercialization, including transport, conservation processing and distribution.
5. Several well adapted varieties are available in the country, and in some horticultural crops, efficient cultural methods are known. However, a program of extension and training of personnel in the management of different crops is required.

IX. C O R N

Corn is one of the most widely cultivated crop, because it is easily handled and is widely adapted to the difference climatic zones. Today, corn accounts for 870.000 hectares.

Over the years, Colombia has improved 40 varieties of corn and has developed improved cultivation methods. The most efficient systems are known, and their application allows for a considerable production increase per hectare. However, the national production average is still considered to be one ton per hectare. More than 60% of the cultivated area is managed by subsistence farmers in cold and medium climates, and on hilly, marginal farms.

Technical problems to be solved are:

1. Obtain varieties of medium height and low ear placement, for easy mechanization, resistance to lodging, insects and diseases.
2. Improve the protein quality, especially certain amino acids, such as lysine and triptophane, in order to improve its nutritive value.
3. Improve the marketing and storage systems, and increase the national storage capacity.
4. Develop economical control methods for weeds in the hot tropicals regions.
5. Study the use of supplemental irrigation, plant population, fertilization and the interaction of these factors relative to economics.

Lastly, things seem to indicate that the major problem in increasing the production of corn, is the development of extension programs, which will communicate to the farmers known information and production techniques.

Such programs must consider the small grower in the mountainous regions as well as the large commercial farmer.

X. P O T A T O E S A N D Y U C A

For many years this country has produced enough potatoes to satisfy domestic needs. However, every year the country faces serious seasonal markets imbalances, due to the difficulties between supply and demand of the crop. This causes great fluctuation of prices in the market. Today, several improved varieties and efficient cultivation methods are at the farmer's disposal. Using these methods in 1967, near the town of Funza 65 tons of potatoes per hectare were produced with the improved variety.. ICA-Puracé. Colombia, because of its geographical position, climate and appropriate soils, is and advantageous position, to produce tuber for exportation, both for consumption and for seed.

The estimated 1966 average yield of potatoes in Colombia was ten (10) tons per hectare, on an area of about 80.000 hectares. Some of the reasons for this low production, compared with the production in Funza, are the lack of timely credit, technical assistance, adequate marketing systems and land tenure problems. Besides these difficulties common to other crops, it is necessary to solve additional problems in order to increase the production of potatoes. These problems include: coordination of production cycles with market demand, certification of seeds, mechanization of production, storage, industrialization and exportation.

About 142.000 hectares of yuca are cultivated in Colombia, with an average production of six (6) tons per hectare. There are great economic possibilities for increased cultivation of this crop, production being destined for animal feeding and for industrial uses.

I. C. A. Started research work on yuca in 1967, and most important problems which require immediate attention appear to be:

1. Problems of storage, processing, industrialization, adequate growing areas, mechanization, determination of the planting and harvest cycles, planting densities, fertilization, control of weeds, diseases and insects.
2. To obtain high yielding varieties of good quality with a greater yield of starch and flour, and resistant to diseases and insects.

XI. P A S T U R E S A N D F O R A G E S

With the results obtained in pasture research, it is possible to offer to cattle growers production alternatives, which if applied would substantially increase their income. These results have been channeled for the most part, through national organizations of cattlemen and banks supporting the development of this industry. To make maximum use of this knowledge it is necessary to have adequate supporting inputs available on time-ly basis and at equitable prices, which will permit the improvement of pastures and an efficient management of cattle.

It is necessary to intensify the studies relative to the production of seeds of high quality grass species, which are better adapted to local conditions.

The production and management of tropical legumes and a more detailed study of pasturing systems with them, is also needed.

XII. S O Y B E A N S

In 1967, 35.000 hectares of this crop were seeded with a harvested production of 51.000 tons. Almost all of this was in the Cauca Valley. Recently I. C. A. produced a new high-yielding variety, resistant to downy mildew, a disease which causes serious losses in most commercial varieties in the Cauca Valley. Research results covering cultivation practices, have made possible recommendations on seeding densities and insect control, which are being applied with good results in the area of production.

Recently new genetic investigation has been initiated with the goal of increasing yield and protein content. Early results of this research indicates that these factors can be increased considerably.

Technical problems to be solved are:

1. Adaptation of varieties to hot climates, to use in crop rotation with cotton and rice.
2. Mechanization of harvest.
3. To establish a program of extension and technical assistance, to educate farmers in the production and use of improved varieties available.

XIII. S O I L S

The cultivated soils of Colombia, due to factors which have controlled their formation (climate, topography, age, and wibe type of parent material), vary from typically tropical to subtropical. In general, the physical properties of these soils are acceptable for almost every crop. However, their chemical nature is a factor which limits their production in many regions, especially those regions where available phosphorus is insufficient.

Fertility problems are common in most soils in the country. In cool zones where acid and "alophanic" soils exist, there is an excessive fixation of native phosphorus and phosphorus added in the form of fertilizers. Furthermore, many of these soils, are acid and low in exchangeable bases. There are also deficiencies of some micro-elements such as boron and molybdenum. In low alluvial valleys there are areas which are low in nitrogen. In eastern plains (Llanos Orientales) soils are extremely acid and infertile, responding especially to lime, phosphorus and nitrogen.

The solution to these problems should be studied in accord with crop grown, production, regional ecological factors and the availability of supplemental irrigations. In the majority of cases, the solutions to the problems are known. However, the implementation of these solutions is often difficult due to the lack of fertilizers, access roads, high tariffs,

training of the farmer, and the application of systems of information and extension to the agricultural sector.

XIV. W H E A T

The national production of wheat is about 110.000 tons in 102.000 hectares. Wheat imports total around 200.000 tons per year.

Improved varieties with high yields, disease resistance, good agronomic characteristics, and good baking qualities exist. Information is also available on different phases of production, including planting density, fertilization and weed control. Yields of over 7 tons of wheat per hectare have been obtained on farmers fields using the best known production systems. However, wheat acreage has been decreasing in recent years, partly due to the following factors:

1. Deficiencies in marketing
2. High input costs, which make production more expensive
3. Lack of technical assistance and credit
4. Lack of extension of technical advances obtained by ICA.

XV. B E E F C A T T L E

The principal obstacle to increased productivity of beef cattle is the application of known technology on different factors such as pastures and forages, nutrition, animal health and physiology. On the other hand it is necessary to eliminate problems in the development of the industry such as:

1. Low calving percentage (50%) which is the principal limiting factor in the increase of the livestock industry of the country.
2. Low rates of gain (calves are sold at approximately 3½ to 4½ years of age). This results in a very low percentage of extraction (13%).
3. Losses due to disease and parasites (aftosa, brucelosis, bronchitis, etc.) all of which cause mortality of approximately 8.0% with undetermined weight loss.
4. Lack of a better utilization of cultivated pastures 16.000.000 hectares, 40% of the total and more adequate utilization of native pastures (60%).
5. Better extension of the results of research.

XVI. D A I R Y C A T T L E

If in the high and temperate areas of the country, known technology were applied relative to pastures and forages, nutrition, animal health and physiology, many problems would be eliminated that prevent development of this industry such as :

- a) Low milk production
- b) High cost of calf production
- c) Losses from diseases and parasitism.
- d) Inadequate utilization of pastures
- e) Lack of efficient balanced rations.

A deficiency of milk production in tropical zones is due to a lack of development of the appropriate breeds. Nevertheless, with the application of approved systems of management of pastures and cattle, it is possible to improve productivity using existing breeds.

XVII. S H E E T

Sheep production is mainly in the hands of a great number of farmers who maintain flocks for tradition or affection and not primarily for the economic reasons. The flocks, mostly native, are not well managed, and meat and wool yields are low in quality and quantity.

There are vast areas in Colombia that should be utilized for sheep production, developing programs tending to organize small farms in associations federations, foundations, etc, with the goal of building a large industry. In addition, it is necessary to improve flocks by utilizing proven sires in order to improve meat and wool production and to apply known technology in order to overcome the following problems:

- a) Low reproductive rates
- b) Low growth and low wool production
- c) Losses due to diseases and parasitism
- d) ~~Lack of a better utilization of pastures~~
- e) Lack of industrial flocks and improvement of the smaller flocks.
- f) Improvement of wool utilization
- g) Commercial utilization of lambs as a meat source.

XVIII. S W I N E A N D P O U L T R Y

Improvement in the development of these two species has been outstanding in recent years. There is still the need for economical energy and protein sources. With the application of known management systems and utilization of existing improved breeds, many production problems would be eliminated, as well as heavy losses due to different infectious diseases and parasites.

COLOMBIAN NON-RENEWABLE MINERAL RESOURCES

Darío Suescún

SEMINAR ON SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR DEVELOPMENT

Presented by:

Darío Suescún Gómez
Director
Mineral Resources Survey

COLOMBIAN NON-RENEWABLE NATIONAL RESOURCES

ABUNDANT

Limestone rock: Limestones and marbles of all ages, from Paleozoic to Pleistocene, are found throughout the country. Limestone is mined by 13 cement plants to produce 2,000,000 tons a year of Portland Cement. In addition some calcium carbide, white cement and lime are produced. Limestone rock is not very extensively mined for the production of badly needed agricultural lime, as a corrective of the acid soils.

Reserves are virtually unlimited.

Coal: Colombia has a FIVE THOUSAND MILLIONS ton reserve of studied and exploitable coal. It is very likely that this amount may be duplicated by exploring some unknown basins.

Production is very low, namely 3,000,000 tons a year.

Colombian coals range in age from Upper Cretaceous to Paleocene-Eocene through the Oligocene, this means that they are young coals, but due to the intensive tectonism they have been transformed into rock coal and some beds contain coking coal apt for metallurgical purposes.

The best known basins are:

Cerrejón in La Guajira
La Jagua in Magdalena Department
Amagá-Titiribi in Antioquia
Valle del Cauca
Sabana de Bogotá basin
Guaduas Formation Basin in Bogotá
Eastern Piedemonte in the Eastern Cordillera in Meta Dpt.

Phosphate Rock: Recently the Mineral Resources Survey, Division of the Ministry of Mines and Petroleum, in collaboration with the U.S. Geological Survey, between the years of 1964 and 1968 found extensive and rich deposits of phosphate rock along the whole Eastern Cordillera of the Colombian Andes.

Up to this date it can be said that Probable Reserves of a hundred million tons have been prospected with an average 20% P₂O₅ content.

This resource will be very valuable for the development of the - Mining and Agricultural and Animal sectors as its mining will insume a great amount of labor and its application to the soil, will raise the agricultural and animal productivity.

Building materials: Building materials are abundant and of excellent quality: foundation stones, graded materials, materials for concrete, aggregates sandstones and sands, schists and serpentine for facing stones.

Igneous and metamorphic rocks of good quality and beauty to be used as facing materials are abundant but so far they are not been exploited.

Salt: This resource is very important in the development of the chemical industry of the country. More than 120 products are derived from it.

Fortunately there are good reserves, both as land deposits and as a product of solar evaporation of sea water in the Atlantic Coast.

The Mineral Resources Survey has located a new promising prospect in Tausa North of Zipaquirá that, if positive as it is expected, will increase enormously the salt reserves for the Mediterranean area of Colombia.

SUFFICIENT.-

Petroleum and Natural Gas: It is a non-renewable resource of a great transcendancy to Colombia.

With a reserve of 1.500.000.000 barrels and an annual production of 75 million barrels, the deposits will be depleted in 20 years, if we do not undertake an intensive exploration and solve a series of problems that maintain blocked the Colombian petroleum industry.

Colombia has 40 million hectares geologically favorable for the accumulation of oil. Of these only in 5 million hectares drilling explorations have been made.

The natural gas production of the country is at present of 100.000 million cubic feet; it is used in the production of gasoline, butane and propane (3%); injected in the oil fields to maintain the pressure on the crude oil (28%); as a source of energy and raw materials (15%); as a source of fuel in the fields under exploitation (14%); and not used and burned to the air (34%).

Nickel: A great deposit of nickeliferous laterites has been found, studied and evaluated in Colombia.

In Montelíbano district, Córdoba Department a topographic dome of

a peridotite rock shows a rich nickel concentration with a little over 60 million tons of measured ore Reserves of mineral with a 2% content of metallic nickel. With an initial investment of US\$44 millions (8 for the mining exploitation and 36 for the Metallurgical plant) 25 million pounds a year of iron-nickel can be produced, with a marketing value of 18 million US dollars.

A deposit located 15 kilometers south of the latter contains 20 million tons of nickeliferous laterites, with a 1% average of metallic nickel, that with a concentration previous to its treatment, will increase the reserves in a substantial amount.

Gold, Silver and Platinum :

Exploitation of these resources has been traditional in Colombia.

Gold Production in 1965: 9.838 kilos with a value of US\$ 11 Millions.

Silver Production in 1965: 3.530 kilos with a value of US\$106.000

Exploitation is being made both by vein and placer mining. Platinum is produced by placer mining only, and the author could not get the figures of the recent production to be presented in this report.

Sulphides of base metals, Pb, Cu and Zn:

Even though at the present time these minerals are not mined for the industrial production of the base metals, prospects are known and are being evaluated by the Mineral Resources Survey, by the National Geological Service, and by the Promotora Metalúrgica in Medellín, which will permit economic mining from large and small deposits, if its exploitation is encouraged.

Sulphur: Even though only a mine near the Puracé Volcano, with reserves over 5 million tons, is the only one exploited at present with a production of 20.000 tons a year, the plant can easily be enlarged to a 100.000 ton a year production; provided better mining and beneficiation systems are used.

In the volcanic areas of the Central Cordillera exist other sulphur deposits which are under study, but their exploitation will meet difficulties because of the lack of an appropriate highway system.

Kaolin and Feldspars: Recent official works have shown that Colombia possesses sufficient resources of these minerals for its domestic supply of the ceramic and paper industries, provided small washing plants for these minerals are installed.

Emeralds: Colombian emeralds are outstanding in the world market by their size and quality, but this resource has developed problems in its exploitation and market, and the study of its bearing on the development of its possibilities deserves a special analysis.

SCARCE.-

We have considered scarce for the economic development of the country iron, chrysotilic asbestos, gypsum and manganese resources, especially because a detailed exploration of its possibilities is lacking. However, for the domestic supply positive prospects may be found.

PROBLEMS AND SOLUTIONS

Institutions.

The high governmental Agencies and the Executive and Legislative Powers have had in Colombia a lack of coordination in reference to the development of the non-renewable resources.

Ministries do not know what programs the other ones are developing and thus parallel programs develop with their own unilateral criteria. This discourages, dilutes and deestimates the general development.

Likewise, between the Legislative Power that does not pay too much attention to the expedition of modern laws, and the Executive Power which lacks of technical and skilled personnel, and in its place has the burden of incompetent personnel, but with excellent lobbying, social and political capacity, in most of the governmental programs.

It is important to create a permanent Coordinating Committee directly depending of the President of the Republic, responsible for the appointment of programs, the selection of competent executives and experts, the assistance in the adequate solution of the already noted problems, and the handling of the mineral wealth of the country, toward a dynamic development.

Legislation.

This has been a really traditional problem in Colombia since no legislature has worried to up-date the Mining and Petroleum Codes, which are unsuitable to the needs of the country.

Mining Sector, for instance, is managed according to the Código de Minas del Estado Soberano de Antioquia, in force since the XIXth Century, with only slight modifications made by law and decrees when special problems, which deserve urgent solution, have arisen.

The Petroleum Code is the only one in the world that still grants concessions for 30 years, when the modern technology can deplete primary and secondary petroleum of any deposit during one third of this time, and then no benefit is received by the country.

Since the legislative problem, on the non-renewable natural resources field is so important in Colombia, that it requires extensive and intensive discussions, I will only present some significant examples of

what needs to be solved.

a) Why petroleum contracts signed before Law 10, 1961 now effective, are not adapted to the terms of this same Law, being that there are cases like the petroleum recovered from the Putumayo oil fields on which only a $3\frac{1}{2}\%$ royalty is paid? How is it possible that from a production of 100.000 barrels a day the nation receives only 3.500 barrels ?

b) How can it be permitted that oil fields producing less than 1.000 barrels a day, and in many cases only 19 barrels a day withhold areas of 50.000 hectares ?

It is necessary that the concession holders limit, in these cases, to the drainage area of their two or three producing wells, or sell them to the State Oil Enterprise in order to liberate the large extension of land frozen according to this unfair system.

c) Why through an Executive Decree, a term of 50 years is granted to a petroleum concession, being that the law only allows a 30 year term ?

d) Why the Andian's pipeline instead of reverting to the State after 50 years use, in 1971, has had a change in the legal reversion clause to one "Purchase Option" ? Why is it that the Congress does not correct this ?

e) The State Petroleum Enterprise should be granted the right to an initial share in all the exploration, exploitation, refining and transport investments, of at least a 49%, and have a future purchase option of refineries, pipelines, chemical plants, after the Foreign Investing Company has received a just profit. Why our legislation does not foresee this?

f) How is it that the Mining Code legalizes the blocking of the exploitation of rich mineral deposits, badly needed by the country in order to produce jobs and to create wealth, while two or more companies are involved in a civil quarrel or law suits, of ten years duration, about who has the right of exploiting said deposits?

Lack of Capital for Investment.

For the development of the Mining Sector a Financing Agency is required in order to start things going.

It is well known that the Caja de Credito Agrario, Industrial y Minero with a loan capacity of more than two thousand million pesos - (2.000.000.000) only allots 50.000 pesos for supporting the Mining Industry.

IFI may be willing to help in the development of the Mining Sector but its scope is only INDUSTRIAL, that is, transforming raw materials into finished products.

But Mining has specific fields such as prospecting, exploitation - and concentration of minerals. This requires the creation of a Mining Bank that finances funds and controls the investments in exploitations. We already have Colombian Geologists, and Mining Engineers qualified to elaborate Mining Prospects, that are basic for the Private Sector to apply for loans. And in the Public Sector, to qualify, approve, and supervise the investment of such loans in the technical exploitation of the mines.

Scarcity of Technical Personnel-

The ample development of the Mining Sector, foreseen for the future, requires personnel of Engineers, Technicians and qualified skilled laborers enough to take care of the mounting and maintaining of Beneficiation Plants.

It is necessary that Universities, Politechnique Institutes, and SENA, through scholarships, modern laboratory equipments, and broad budgets contribute in full to the strong necessity which will develop for those specialities.

The country requires that a group of Geologists, Mining, Metallurgical, and Chemical Engineers, obtain a fast specialized training to the level of Master ~~and~~ Ph.D. since without a competent professional staff, with maximum scientific and technological knowledge we can not expect to move ahead.

Poor knowledge of the Colombian underground resources.

In spite of the efforts made by the National Geological Service, by the Mineral Resources Survey, by the Mining and Petroleum Divisions of the Ministry of Mines and Petroleum, by the Geographic Institute and by the Universities, up to now we have only had a systematic study and knowledge of about 10% of the underground resources of the country.

It is necessary to supply the above mentioned organisms with modern laboratories, adequate budgets, and enough personnel to cover in the least possible time the systematic investigation of the whole national territory.

**ANALYSIS OF THE PROBLEMS THAT THE COUNTRY FACES FOR THE DEVELOPMENT
OF RESEARCH**

Sven Zethelius

ANALYSIS OF THE PROBLEMS THAT THE COUNTRY IS FACING
FOR THE DEVELOPMENT OF RESEARCH

It is a universally accepted fact, that in the world today, development is only possible when it is based on a deep knowledge of the available resources, and when techniques are developed to use them under the best conditions.

On the other hand, the accelerated progress of scientific discoveries results on the quick improvement of technologies and the of the systems now in use, which get replaced by new ones and become antieconomical. For that reason, scientific research is an indispensable requisite for development and that is the reason for us to be assembled in this "Seminary of Science and Technology for Development".

This situation universally true, gets even worst in zones that are only beginning to be developed and in tropical zones, due to the ignorance of the nature around us. Also due to the fact that all the developed countries are in the temperate zones, it is there, that most of the research and the technologies are accumulated. As antecedents of this inform and of this Seminar, we could remember various scientific congresses, meetings and seminars that in the last years have met in Colombia and other countries of the zone to discuss our scientific and technical needs; among them, it was probably the "Seminar of Directors of Technological Research Institutes", the one that presented and discussed more frankly the problems of our research.

Also in the "Inventory of the year 2.000" with which the "Year of Productivity" ended I had presented the problem on the following terms:

"Today, more sages, scientists and technologists are looking for truths, than we would have if we could assemble all those that have made research till this day, on our known world. Each time, we have more misteries in front of us, but we leave behind, more light, more known truths and more applications of science, for the benefit and progress of men."

Even basic criteria on the mechanics of progress, have had to be modified, and in front of ideas as that of, capital being the most important factor for development, statistics show clearly that the knowledge accumulated by a nation is much more important than capital or installations. And that the most rewarding investment of a nation is education.

The famous "Miracles" of recuperation of devastated nations and the possibilities of great development and of the rising in standards of life in countries with high human concentrations as Belgium and Japan, show that to be so. In spite of that, we are only attending the dawn of this scientific era. Though every day it gets shorter, there is still a long delay between the moment in which something is discovered and the one in which, widespread, it constitutes a part of the common elements at the service of men.

Also, the technologies based on the most recent scientific discoveries have been developed usually to satisfy, in the most perfect and efficient way, conditions of the advanced countries, where discoveries are being produced. Unfortunately the fact that nearly all the countries with mayor capacity and dedication to research are placed in the cold zones of earth, makes that the most abundant resources of the new techniques do not satisfy ideally tropical zones.

When this fact develops, it has the disadvantage of producing a growing unbalance, by improving only some zones that get a high production and export capacity to those zones that having not those conditions, could not offer anything in exchange, as looking for the same products with the same unadapted techniques, we will always be in disadvantage.

Those more benefited by science would like to avoid that unbalance, and try to send their knowledge to the less developed nations in the form of personnel, teaching or technologies, but the difference of the environment don't allow them to be useful enough for the recipients. To restore the balance it is necessary to apply "Science" directly to the "Tropics" to know them, and to handle them. In that way the tropical world would have its own products, desired by the inhabitants of the cold countries, and they would have those products desired in the tropics. In that way commercial and cultural relations could grow and all the world would receive the beneficial impact of the "Explosion of Experimental Science".

In this moment unfortunately, the science dedicated to rise the living standards produce a progresive increase in the prices of the products of the more "Developed" countries, that the "Undeveloped" ones must get, without allowing them to enter in the international market in front of more technified competitors.

On the other hand, communication systems inform the human masses of the underdeveloped zones, about the conditions of life and the luxuries and resources that science has placed at the service of other men, inducing in those that cannot get them, a feeling of wish, frustration and rebelliousness that is being named, the "Revolution of Growing Expectations."

Ignorant of the progress mechanisms, and deprived of visible ways to reach definite objective, those human masses are easy pray to destructive doctrines that lead them to imagine that the solution is to destroy everything, without realizing that the more they destroy, the less they will have. It would be necessary to show them that there are real possibilities at there reach and how it is our task to create a new tropic based on the science of the XX century, and prepare one for the XXI.

Really, by the stated way, the one followed till today and the one that graphical extrapolations show, we are not going anywhere. May be to a resigned survival in infra-conditions, or to disappearance in an act of auto-destruction. If we are not able to create and use our technologies for our resources, and develop our society on their own medium, in agreement with its anthropological and historical origin, and in a situation to advance in the fields of the intelligence and of the spirit, we will only be good in ten years as

an economical colony or at the best, due to our raw materials, energy and available space, as an agreeable field to be invaded by "Developed" industries and individuals that will have the capacities to benefit with our resources. And if we make an effort to import certain industries in a will to compete, we will find that having been developed for conditions of economy, hand labor, availability of raw materials, by-products, transport facilities, markets, and even different temperatures and pressures, they will always be at a loss in comparison with industries established in their original countries. On top of that, frequently we get equipment that is going out of use, replaced by more recent and efficient techniques.

The previous considerations, show us how useless and desperate it is to run after the advanced countries, in the classic spiral of development, when even theoretically we will never reach them.

Fortunately, if we get free of those schemes if we look to our world and think in building our future, the scene that we can see is very different. It is not easy though to maintain that independence of sight, nor to achieve that it penetrates in the minds and wills of individuals of less evolved cultural levels. But we have to do it, if we are going to succeed.

All the differences in the visions of the future, come from the scientific point of view from which they are observed and from the goal pursued.

If our goal was to become identical to the inhabitants of one or another "Developed" country, with their customs, needs, instruments, facilities and problems, all of them achieved as the result of social, ecological, cultural and historical conditions different from ours and frequently far from satisfactory, we would be lost. The solutions offered by the XIX century science and by the raw materials that only are available in the northern zones, will not allow us to get that goal. Also, the ideals of maximum production and mechanical efficiency, even with the sacrifice of men, their freedom, tranquility, and human and spiritual values, might be not the most convenient for us, and will not have the power to motivate us for the effort we will have to make, or to satisfy us once we get them. The experience shows that those who placed in them all their hopes, and got them with their efforts are today the less satisfied.

But 1966 or 1967 are not the XIX century, and Colombia or the tropical America are not Europe, or the United States or Asia. Science during this century has been changed from its very bases, and its application to technology has made obsolete all we had few years ago.

The explosion of the science, and the new world that it is showing to our sight, brings among other things the elements of our future. The only techniques successful for tomorrow will be those prepared today. Yesterday techniques are already too old. And those that with less ballast can initiate the progress, are those that do not need to carry the weight of enormous capitals anchored in already existing installations and in structures solidly embedded in their own life.

The "Underdeveloped" ones, could start technological processes based on today's science, and so , advanced in some cases in half a century of more, as compared with those operating in the "Economical Advanced" zones. In this case we would not be trying travel behind the others, the development spiral. Science when properly applied makes possible for us, to jump those spirals, and take the vanguard in many processes. That will put in our hands, for everybody's advantage, products that could compete in the international market, allowing it to develop normally, as we would have things to offer in exchange for those that we would like to get, in equivalent conditions.

But there is something even more important. The world, looked through the eyes of actual science, shows us a tropic that men can handle, after having placed under control the insects and diseases that for centuries had impeded its use. A tropic where raw materials for the chemical industries of today and tomorrow are accumulated as in no other zone of the globe. Colombia has besides petroleum, very big coal reserves that hopefully, will not be consumed as fuel, for they are true raw materials for world industry of centuries XX and XXI. But on top of those fossil materials, solar energy accumulated during millions of years, we have and will have, in conditions of privilege over non tropical countries, the solar energy that in a more direct and continuous way flows day after day toward us, to be converted in millions of known and unknown products, by the activity of thousands of plants, miraculous laboratories, that can give us everything we now consume and hundreds of things we don't know yet. As, on the other hand, they work at higher and more regular temperatures, their efficiency is much higher in the tropics than in cold climates. In spite of that, due to the conditions in which our actual civilization was transplanted to America, we are accustomed to use those elements that were utilized by the developing europeans forgetting frequently, not only the unknown products that tropics could give us, but even those that ancient tropical civilizations used successfully now forgotten as useless, through frequently they are better for our conditions than those that we insist in importing with great efforts. That explains why Perú feed much better than today a population higher than the one it has now, under the empire of the Incas.

History and archeology have destroyed the myth about the great civilization not being able to develop but in cold climates. India, Java, Egipt, beside our great american cultures, prove the contrary. Tropical resources are more abundant than it is needed to develop most prosperous communities, even without the new scientific resources. With them, our world, organized in the service of men presents optimum conditions to get free, and start moving in the high road of human evolution, as persons and as communities.

If we were going to examine all of our resources, it would take to long, as we ought to cover all the line from the mineral products very abundant, those of plant origin known and to be discovered, the large energy resources yet useless, and principally the source of new technologies designed to be efficient in the tropics and to satisfy men in the future.

Some few examples are sufficient to open our eyes to this new vision. So, in the field of metals, we found that chemical science knows today many reactions that could permit to extract and separate metals through their solution on certain media and their precipitation from them. Can we imagine the revolution that could be produced by the elimination of the complicated and costly actual system? In front of facts as this, it is possible to accept the validity of the extrapolation of curves established for growth by accumulation of existing systems? Obviously not.

In the field of metallurgy, there are groups, small yet but very valuable in Chile and Argentina, prepared to collaborate with Colombia and Venezuela and with all the other brothers, underdeveloped or developed. Mexico is already exploiting iron by mineral reduction of fluidized beds, without having to use the blast furnace, apparently with great economical advantage. Could we imagine that from one day to the other the gigantic iron works of Germany or France, England or the United States would abandon their blast furnace? That can not be imagined. Of course, later will do it, or will develop new techniques. Again everybody will be benefited, but the unbalanced situation would have been reduced favorably.

In the field of the products of plant origin, our ignorance is incredible. Having at our disposal most of the plants of the world, we found that many of them have not even been classified, and of those already classified we only know the composition of a few or use them for their medicinal value or even for their value as food. In spite of that, the tropics have given to the world many valuable products that would be long to list, and today as an example, we have the impulse that Hormone Chemistry is giving to México by the use and transformation of natural products developed in their research laboratories.

In spite of that, not only we depend on other countries for most of our medicines, some of them only tropical products slightly modified, but we have to import food, starches and oils, that with little study and effort we could offer to the other countries in greater variety and quantity. In Colombia it is a serious problem the scarcity of wheat from the cold zones, while we have forgotten yuca, achira and many other roots successfully used by natives, and all the cereals that fed our tropical ancestors. And it is not because small differences make them undesirable, as taste can be adapted and precisely today food technology makes possible to change tastes, colors and physical conditions of foods, according with our desires.

The "Institute of Technological Research" of Colombia and similar institutes are quite advanced in that field, though the general public is not yet aware of the changes that are beginning to happen. Brazilian botanists and technologists, and the agrarian universities of Perú are moving quickly in those studies whose benefits will soon be in our hands.

On the other side, we loose not only our land resources, but also the marine ones. All of us know how Perú, from a position without importance moved in less than ten years to the first position in the world in fishing industry for the production of fish meal, that today goes to all world markets. We must remember that solar energy capture for photosynthesis is

many times larger in water than in dry land, and for that reason, our seas, lakes and swamps are potential growing fields more productive than the best of our soils. The cultivation of edible microorganisms and the fertilization of the sea at firths are now proved techniques. But if we look back to dry land and study agricultural data, we find that even in countries with less light, production has frequently being multiplied by ten or more, only by the use of appropriate techniques not fertilizers. If we consider that on top of that, most of our soil is not yet being cultivated, we have enough data to show how we can expect the flourishing for the year two thousand, of very happy tropical civilizations with populations many times larger than the actual ones. The various indicated multiplying factors indicate so.

Hopefully we and our children will create and enjoy those societies as if we were unable to do so, there will be many millions of men prepared to enjoy our resources and invade this rich zone, slightly populated and developed of the planet. As ancients said "Nature has horror of vacuum".

But though as a result of the national development, the conscience is growing of the fact that the solution of our problem is based on the research of our resources and their efficient use through technologies developed to suit our typical conditions, it is still difficult to do that research.

The reasons of that phenomena are many and in the short paper that you received I indicated the three big groups of difficulties that I believe are affecting any research project. They are, shortage of personnel, scarcity of elements and the lack of motivation and of a research atmosphere.

I believe, though, that in this moment when the country has entered in an active face of development that ought to engage every Colombian, we could leave out the problem of motivation.

If we suppose that the problems of stimuli and physical elements and facilities are solved, we will have only the problem of the human element. The number of scientists is clearly too low and we ought not to avoid any effort to increase their number by the creation and strengthening of post-graduate studies in the universities that can do it efficiently, and by sending abroad to be specialized, a great number of our professionals. But in a short term and in a more solid way, we could look for the solution by the better use of the existing personnel.

The existing scientists have demonstrated their interest for the country by remaining in Colombia. They know the national reality with which they have kept in permanent touch during their work and the problems they would like to solve, and frequently they have done valuable efforts in favor of research in spite of the adverse circumstances. That autoselection is a valuable element, to start a program at a national scale. Later the new professionals will come to strengthen even more the whole project. This system will avoid the danger of reducing unconsciously the efficiency of the project. by the performance of persons attracted by the existence of facilities and money, but not knowing the needs, or having the necessary interest in the development of the country.

It is impossible though to retire suddenly from the universities and industries, the scientific personnel that is now working there, but it will be possible to utilize their capacities by various systems.

First of all, it would be desirable that all universities and industries joined in the research effort collaborating with their personnel and equipment, and also with the interest on their own problems, whose solution they ought to search inside the same research atmosphere of the country and with the collaboration of all the systems.

On the second place, personnel working today in industries where research is impossible, could collaborate with universities or other scientific institutions. In that way professionals would have also the opportunity to renew their knowledge and revitalize their interest for the advance of the science and of the country.

And finally, in the universities themselves and in institutions dedicated totally or partially to research, the scientific yield of superior personnel could be increased, by releasing those scientists of a great amount of administrative and even mechanical work, that in a system of badly understood economy, is absorbing a great amount of the time of those that could be doing or leading fundamental research. I think that many thousands of scientific work hours, could be liberated by typists and secretaries, if there was a conscience of the value of the possible scientific work that today is being lost.

It will also be possible to increase the scientist hours of the country, not only by liberating them from secondary types of work but by the collaboration of auxiliary, medium or low level personnel, that can be quickly and easily trained to fulfill mechanical and rutinary labours that frequently today the scientist himself has to perform.

It would not be difficult that just the financing of the research projects could give the universities the possibility of getting that auxiliary personnel and dedicate their scientists to collaborate in the solution of the problems that industries or the nation have given them.

There are hundreds of professors that in spite of the difficulties, have been doing research, or looking for the possibilities of doing it. The same we could say about many scientists working in industry. Many universities on their line are working on precarious but efficient conditions, that would be easy to reinforce, in research on our plants, soils, seas, minerals, flora, fauna, exploitation techniques, sources of energy, control of raw materials and on the solution of all kinds of problems.

A development project auspiciated by the nation that through a National Council for Sciences, made easy the work got the will of collaboration of industrial managers and directive boards and financed those project of more importance for the country, supplying in an easy and agile way the materials that reseafch requires, and if it is the case took care of the budget control, could without much bureaucratic structure set in movement, in an harmonious, and coordinated way, an enourmous research potency.

Also industries and many private groups could collaborate, if they are helped, in the creation of research and development center that could lead to the installation of new industries or the exploitation of new resources.

Many universities have established connections with the industry they are helping technically. In the case that I know personally of the Faculty of Chemistry (today Department) of the National University, their special equipment laboratories, were requested and installed, with the specific purpose of giving to the country and instrument for research at high level, and the industrial and professional alumni collaborated very well in the effort, as well as in the establishment of the necessary conditions to continue the training of already graduated personnel at higher levels and to permit research for the solution of Colombia's problem in chemistry.

This help is being given, but in a very reduced scale, by the reasons previously stated. In spite of that there are already hundreds of research thesis on Colombian products or techniques that have been developed in our laboratories since 1946 and the consultations and problems solved for the government or for the private sector.

I hope that we could get coordination with other universities of the world, to accelerate tropical studies. We have already requested international help to investigate problems that cover, from the fundamentals of the photosynthesis in the tropics and our deficiencies in minor elements to the reasons for the abnormal fixation of phosphorus in our soils and the study of the possible industrialization of our mineral resources to solve the problems of mineral deficiencies on our plants, on our animals and on ourselves.

Also in the achieves of the "Instituto de Investigaciones Tecnológicas" the "Laboratorio Químico Nacional" the "Instituto de Asuntos Nucleares" and of industries as Bavaria and many others, besides those in many universities are proofs of what we have done satisfactorily under such poor conditions, and a demonstration of what could be done if the development of science and technology converted in a national purpose, do receive a convenient impulse.

**ANALYSIS OF THE PROBLEMS WHICH CONFRONT COLOMBIAN UNIVERSITIES
IN THE DEVELOPMENT OF RESEARCH**

Ramiro Tobón

ANALYSIS OF THE PROBLEMS WHICH CONFRONT COLOMBIAN
UNIVERSITIES IN THE DEVELOPMENT OF RESEARCH

PART ONE. - (Summary)

Introduction. -

Although the analysis has been limited to the universities, the majority of the problems encountered are also present in research institutions. The situation in which the universities find themselves presents some particular problems and it is convenient to analyze them in a broader context. In order to maintain a brevity in the presentation which is necessary in this seminars, a reaccounting of the breakthroughs made in the field of research will not be attempted. At no time is the work which has been done being overlooked, but on the contrary, an attempt is made to analyze the problems whose solutions would make more affective the investigative effort that is developing in various universities and research centers within the country.

Problems. -

The fundamental problem is a lack of the adequate environment necessary for research. By environment, it is meant a combination of those factors which provide the investigator with facilities, exchange of ideas with others and any necessary technical aid. Among these factors the following should be emphasized:

- a. - The lack of highly qualified personnel in sufficient number and with complementary specialties which permit an effective exchange; in other words, the investigator is still too isolated in this work and should possess a high degree of self sufficiency in order to be able to work within the country. The specialization in other countries causes problems in adaptation, because it is not fully appropriate to the needs of the country. It is necessary to continue specializing personnel in other countries, but special care should be given to these problems and a maximum priority should be given to the development of our own graduate programs.
- b. - Physical facilities now exist in some sites but it is necessary that they be complemented and new facilities developed where none exist. It is generally easier to finance the investment needed for adequate equipment and facilities than to obtain adequate financial assistance to meet the daily needs and to hire an auxiliary personnel. The problems

associated with the importing of necessary equipment are excessive.

c.- In general, university libraries and those of research institutions are not equipped to provide adequate service for investigative needs and the money needed to bring them up to date is beyond the financial ability of the majority of said institutions.

d.- Only now have graduate programs been initiated which will begin to make available qualified persons for group investigations. There is scarcity of technical assistants who would be able to do the routine work. Because of these factors, the investigator has many trivial chores which lessen his effectiveness and create frustration in this work.

Possible solutions.-

In order to create an adequate environment for investigation, it is necessary to provide means to solve the fore-mentioned problems; the following are suggested as a basis for discussion, they need not be the only ones possible.

- a.- Creation of a "Fondo Nacional" (National Fund) which, through existing institutions, will encourage and finance programs of investigation, especially those which will give rise to the establishment of graduate programs or that fortify existing ones. Such programs should have maximum priority.
- b.- Stimulate a greater exchange of ideas and information among investigators within the country. Such an exchange would have as natural result more coordination and less duplication. The creation of a coordinating institution at the national level is not considered adequate.
- c.- Strengthen the existing libraries and establish a system to supply them with photo or xerox copies. To this end financial aid is requested additionally to that contributed by the universities or institutions.
- d.- Seek solutions to the problem of technical personnel. The universities do not have the means to finance such programs alone, but should be involved academically in them. It is suggested that there be collaboration between SENA (National Service of Apprenticeship) and the universities.

The preceding points will be elaborated upon in the second part of this paper.

PART TWO.

I.- Introduction.

In this short work, an attempt has been made to anumerate upon and analyze the principal problems confronting the investigator in a university and as is natural, in trying to discuss the general picture of the country, general situations are presented which some groups may have partially resolved. Many of the problms to be analyzed are also present in institutions which carry on research and are not connected with education, but this analysis has been limited to them and an analysis of the achievements made in the field of investigation has been deliberately avoided. Due to this the paper might give the impression that the author looks pessimistically upon the development of investigation within the country and it would be wise to say that this is not the case, but, on the contrary it is estimated that the country has the ability to solve said problems in a relatively short time, the time depending on the energy with which they are attacked and the resources which can be made available.

II.- Background.

a.- Traditionally Colombian universities have limited themselves to preparation of a professional nature at the undergraduate level with a major emphasis on the application of knowledge and techniques developed in Europe and North America. This preparation has, in general, been well founded and the students have developed and are developing valuable research within the country. The accomplishments of colombian professional personnel till the present are not being underestimated nor overlooked, but it should be noted that until relatively recently, the universities have not been developing personnel in the basic sciences at the undergraduate level nor engineers at the graduate level and that only in the past few years have curricula in the basic sciences shown considerable increase and have graduate programs in the sciences and engineering been initiated.

The investigation and development of the majority of educational programs have been the charge of professional people who specialized in other countries or those who thanks to their own efforts and perseverance, have achieved an equivalent level and have the benefit of much experience.

b.- The lack of investigarive programs, professional personnel and scientists prepared at the highest academic and technical levels was such that the industrial development of the country was based on the adaptation of foreign techniques and at time were simply a transplant of

techniques. In the last few years, industry has begun its own research and has thus brought about a demand for people prepared at the graduate level.

c.- The universities have begun to change their traditional structure of professional studies and to organize themselves along departmental lines. At the same time, they have introduced Estudios Generales (General Studies) into their plans of study, following more or less the "liberal arts" philosophy of the United States. This break with tradition has made necessary the formation of personnel in the basic sciences utilizing those (doctors, engineers, certificated educators, etc.) who have a scientific vocation. This should only be an emergency solution; to continue such a pattern would surely result in a tremendous waste. In order to turn a doctor or engineer into a scientist, it is necessary to go over the entire process of reorientation and formation in scientific disciplines of which they have acquired only a limited knowledge within their professional careers. This process requires too much time, and for this reason is not the most efficient way.

The Problems. -

With the objective of focusing the discussion, the problems considered most important have been selected. It is not intended that this paper should contain an exhaustive list of all the problems which present themselves or will present themselves to the field of research.

1.- Personnel and Environment. -

The facts noted in parts II-b and IIc have produced a great demand for qualified people which in the field of the basic sciences the country did not have the capacity to meet. There is also a scarcity of personnel with advanced degrees in engineering, but in the sciences, even at the undergraduate level, trained personnel have been practically non-existent. It has been only in the past few years that people have begun to earn degrees (B.A. or B.S.) in the sciences and the country must depend heavily on specialization in other countries, a process too slow and expensive.

The necessity to develop teaching in fields where there was no previous experience demands that a reduced number of qualified personnel handle the multiple administrative and planning responsibilities which limit the time which could be dedicated to research. They have to worry not only about the problems of development in their own areas, but should also seek more efficient educational methods which would permit the universities to handle the ever growing number of high school graduates; plan the development of programs of study at the undergraduate level,

structure the corresponding courses and collaborate in physical and academic planning of university expansion.

In short, it is necessary to increase considerably the qualified personnel available in science and technology in order to handle the combined demands of the different factors enumerated upon previously.

In developed countries, the investigator benefits from an adequate academic and scientific environment and planning. In the universities, the teaching load is light and the rewards are competitive with industry. Opportunities are available to discuss and analyze the problems with colleagues and specialists in order fields and research has become a team work with interdisciplinary participation. As a logical consequence of this state of affairs, the preparation at the graduate level is oriented to produce a scientist, highly specialized in a limited field, who will be able to do team work with researchers who are more advanced in his field or in related fields. It is becoming more frequent that post doctoral work is done before certain "independence" of research is achieved.

The fore-mentioned creates serious problems in adaptation and limits the possibilities of investigation to colombians specializing in other countries who return to give their attention to universities and institutions and is one of the factors which contributes to the "brain drain" which has been discussed much in recent times. It is not meant to discourage specialization in other countries, this is necessary and should be increased in quantity as well as quality, but one must remain aware of the problems created and be prepared to attack them adequately. It might be recommended that the colombian specialist's stay be extended so that he might become more familiar with techniques and problems in fields related to his specialty and thus obtain a broader basis of knowledge which would allow him to achieve more upon his return.

Although exceptions can be made, it is fair to say in general that the universities and research institutions have not been able to create an environment or "climate" adequate for investigation. This is due not only to the lack of personnel, but also to other problems that will be discussed later.

there is also a great scarcity of technical assistants who would be capable of the routine chores of service and maintenance. Another important aspect is the lack of graduate students which will be discussed in part 4.

- 2.- The necessity to teach science to a greater number of students and the growth of the demand for more and better science courses for the formation of professional personnel has demanded a great investment in teaching equipment and has limited the money available for advanced and

consequently more expensive equipment that may be used for teaching and research. This also diminishes the amount of money available to handle sustenance costs which are necessary to research, for supplies, reagents, etc. and to pay assistance. In spite of the difficulties, great efforts have been made to increase facilities in the universities and institutions and investments have been made or plans exist for the improvement of local facilities. These efforts have carried some universities to the point where a relatively small stimulus can make a large impact and make the investment in research, productive. But when one says productive here, it is meant intellectual rather than economic productivity. By its very nature basic investigation is essentially a long term investment. Applied or technological research may give short term benefits but, of course, this should not be the only criterion which governs a policy of investment in research.

It is impossible to evaluate in economic terms those things which a research program will bring about over a long period of time to the economic development of a country though such a program is not initiated with economic success in mind. That which can be gained by said research programs in confidence of the research team and in the development of human resources is not easily measured. Dr. Frederick Harbison (1) of Princeton University in this book "Economic Development and educational investment" puts forth some facts and opinions which are interesting and appropriate. He says that: "According to the opinion of eminent economists less than one third of the increase in the Gross National Product in any country can be directly explained by substantial increases in factors of production such as capital and available qualified personnel. The "remnants" could be explained as qualitative betterment of these factors including such things as more productive capital, more productive human resources, scaled economics and others. An analysis of the "remnants" has not been done yet, but the most important factors seem to be the betterment of human resources by means of education, training, better health etc. as well as development of knowledge and technology which of course are casually related to education. It could thus be said that the wealth of a nation depends on both development of human resources and institutions and on the growth of capital".

- 3.- Another factor which has been brought to light about the development of investigation in universities and in institutions is the lack of library materials sufficient to carry out investigation.

The cost for periodicals is constantly raising and their number increasing at such a rate that it will be difficult to maintain our libraries supplied with current publications and will be much harder to acquire complete collections.

- 4.- In technological fields, there is already experience at the undergraduate level, but it is necessary to give research a push in order to arrive at the master's level. Already some graduate programs have been initiated in Engineering and the sciences, in those fields where a greater preparation and maturity had been reached previously. The development of these and other fields is of the utmost urgency, in that only in this way can

an environment or "climate" adequate for investigation be established.

On occasions the statement is made that due to a lack of funds, it would be convenient to plan the development of research strengthening selectively different fields in the different cities and universities. There exists the danger of not achieving the "minimum" necessary to create the "climate" in any one of those universities and not reaching the "critical mass" needed to start the reaction. It is necessary to take maximum care in planning for this important objective.

The establishment of graduate studies in the country is the only real solution for the problem of providing higher education to a greater number of Colombians. University education demands at least people at the master's level and the country will not be able to create a sufficient number of these people through specialization in foreign countries only. This specialization should be intensified while a solid basis for more and better graduate programs is built. About this point Dr. Daen (2) has warned that: "Before starting graduate studies it is mandatory to anticipate and meet the multitude of hidden human costs that are not evident. Unless such cautions are observed, the expansion will be disruptive and injurious to the institution for many years in both its undergraduate and graduate efforts".

Once the master's level is reached within the country the formation of people at the doctorate level should be intensified and investigation strengthened even more to provide a step leading to the establishment of doctoral programs. This process could be accelerated, but a time for maturation and careful evaluation will be necessary before the new program is embarked upon, for reasons stated in the preceding paragraph.

More and better science professors in the universities will permit the formation of more and better secondary school teachers not only through regular courses, but through in-service training programs as well. Various universities have advanced in-service training of secondary school teachers and have met with difficulty due to the lack of qualified personnel in sufficient numbers to adequately handle them. A greater number of university professors would enable them to present to the country and government more ambitious programs in this field which would make a real impact on secondary education, but this is impossible at the present time due to the lack of personnel.

It is necessary to start the process with a better preparation in high school which would make it possible to prepared better professional people including future secondary teachers who would be able to complete and enlarge the cycle. The tremendous number of high school graduates who can not get into the universities for lack of space, is somewhat misleading since a good percentage of them are incapable of handling university level work and should look more

investigation in universities and in institutions is the lack of library materials sufficient to carry out investigation. The growth of the student population and the opening of new professions has made necessary the investment of many resources in the acquisitions of library materials.

The cost for periodicals is constantly raising and their number increasing at such a rate that it will be difficult to maintain our libraries supplied with current publications and will be much harder to acquire complete collections.

4. In developed countries, the productivity of research is much higher than that in our country, thanks to a better scientific and technological environment, to better physical and financial conditions and of no less importance, to the existence of graduate students who save the investigator much work. The problem was mentioned before of the unadaptability which is present in Colombians who specialized elsewhere and have received a preparation which is not totally adequate for the necessities and work conditions which exist in the country. In connection with this problem Dr. Jerome Daen (2) of the National Science Foundation of the United States has said that: "Progress towards the long-term meeting of this goal is being made through programs of master's and doctor's level education at foreign universities. Though this is an effective method it does have disadvantages, among them their expense, the fact that they provide a form of advanced training not fully appropriate to the Colombian situation, and, the fact they do not develop independent strength in Colombia sufficiently rapidly," and later he added: "Many of these defects will be remedied as the local graduate programs become established and grow in extent and quality".

The establishment of graduate programs demands the existence of research programs which can be used to prepare the graduate students adequately and at the same time effective and productive research programs demand graduate students. It is therefore necessary to promote and stimulate investigation, especially when it will give rise to the founding of graduate programs and it is necessary to realize that there is a need to accumulate more experience at the undergraduate level and that a substantial investment must be made in the support of research as a necessary preparation for the establishment of graduate studies.

In technological fields, there is already experience at the undergraduate level, but it is necessary to give research a push in order to arrive at the master's level. Already some graduate programs have been initiated in Engineering and the sciences, in those fields where a greater preparation and maturity had been reached previously. The development of these and other fields is of the utmost urgency, in that only in this way can an

Toward a "Junior College" type of education. The experience of various universities indicates that it has been only in the last few years that the university has been forced to turn away students who met the minimum entrance requirements and that when they have had the space and admitted students who fell below this minimum, the results were disastrous.

5. Many times the creation of organizations to coordinate the investigations with the object of avoiding duplication has been talked about. The necessity for better communications between institutions carrying out or about to enter into research and for greater diffusion of the programs in progress within the country is undoubtable and therefore it is necessary to promote periodic and frequent meetings, visits, etc. which would allow a greater contact between the investigators and giving them the opportunity to help each other.

It is necessary to create greater stimuli for investigation and for the study of basic sciences since this is a totally new and little publicized field. The idea of creating an organization or foundation to be charged with this task at the national level has been put forth, but one must be extremely careful that it does not in practice become a regulatory institution, fixing priorities which appear reasonable, but go against the grain of freedom of investigation which would tend to dampen it. It is convenient to repeat what was said before, a research program under the conditions of the country, even if only filling the propositions of increasing the confidence of the investigator, convincing him that the obstacles which are posed to development are not insolvable, giving him experience and allowing gifted youth to begin research work, would be an excellent investment in the future of the country.

6. Much has been said about the necessity for a greater number of technical institutions at the intermediate or "Junior College" level which would absorb the overflow of students from the universities and would not demand as high requirements for admission. Some universities have already created such schools themselves and the results have been very attractive, but the lack of necessary resources makes it quite difficult to enlarge these programs. It is convenient that the universities participate in the training of these personnel and establish mechanisms for transfer between the intermediate and university levels since in such a way the failures and frustrations of many students can be avoided. Moreover, this would make it possible for students at the intermediate level to continue through studies up to the professional level when they show sufficient ability.

These people are fundamental to the development of the country in all aspects and much has been written about the necessity, but financial difficulties and inherent problems of motivation and prestige have limited its application.

The importance of this type of technical assistance for better development of research is no less of primary importance. SENA and the University

Valls are initiating joint programs which might bring about useful experience in this field.

IV- Some suggestions for the colutions to the problems stated.

It is possible that some of the problems discussed and the situation for the universities to solve them make one think of the possibility of increasing the number of institutions dedicated to research and concentrate within them the investifarive efforts of the country. This would be a grave error since the absence of investigative within the universities would make it impossible for them to attract and retain qualified personnel and would produce sterile teaching. Under these circumstances, the teacher would be converted into a transmitter or information and would lack the enthusiasm, mysticism and the satisfaction of the investigator who tries to discover this knowledge for himself. Moreover, it would impede the development of graduate programs which, as was said earlier, will begin snowball effort upon the entire process.

The solution of the problems could be summarized in the necessity to create the environment necessary for research. The following suggestions would contribute to this end:

- a. The national government should allocate funds annually to the further investigation and create stimuli for science study. These sums could be channeled through the universities and institutions which could use tehm more effectively and should be sufficient for scholarships, investments in equipment and money for the maintenance of programs of investigation being done by the universities and institutions. The criterion should be encouragement and promotion, not control. A law which would destine a small but fixed percentage of the national budget to this effort would be quite useful.
- b. This fund should also contemplate fiving special assistance to the universities, whose budgets are not sufficient to retain valuable personnel when this retention signifies that lesz preparation time will be needed to start graduate programs in a given field. Emphasis should also be given to support library expansion.
- c. A special status for the importation of equipment and materials necessary for research which would reduce the amount of "red tape" to a minimum would alleviate much frustration since it would help avoid interruptions in the investigation.
- d. The problems of libraries merits special attention. To raise them all to the level necessary for investigation would be to great an expenditure. Each library should have enough funds to complete some basic collections, of periodicals starting 5 or 10 years ago and to maintain these collections up to date. One or two libraries should be brought up to date with respect to all the collections necessary or they should be able to specialize by fields in different parts of the country. The universities and institutions could provide part of the funds needed, but on a national scale an efficient

system of photo or xerox copies should be established which would be put at disposal of all interested. In order to make this effective, it would be indispensable to periodically distribute complete revised indices and funds should be allocated to this end as a support to research.

- e. The coordination and the exchange of information can be organized through existing institutions which in many instances are not quite effective because of lack of funds. The Association of Universities, for example, has created some committees which could lend their services to this field if additional.-

**TECHNICAL AND SCIENTIFIC INVESTIGATION FOR
THE INDUSTRY IN COLOMBIA**

Gabriel Poveda Ramos

TECHNICAL AND SCIENTIFIC INVESTIGATION FOR THE INDUSTRY
IN COLOMBIA

Gabriel Poveda Ramos.

PART I

RESUME.

The meaning of the scientific and technological investigation in Colombia is defined in accordance with reality and necessities of the country. A factual diagnosis of the present status of the scientific and technological investigation is outlined, with special emphasis with regard to matters of interest to the manufacturing industry, mining, and construction. Specific themes of scientific investigation are pointed out in the coal industry, ferric minerals, and others, sulphur and sulphuric acid, fishing, canning, dairy, food oils, mills, panification, sucrochemical, beverages, textile, lumber, paper and pulp, leather, rubber, mineral chemicals, organic chemicals, cement, glass, nonmetallic minerals, metalurgicals, and metal-mechanics. Other more general investigation fields which also are of interest to the industry (natural resources, zoochemistry and phytochemistry, mechanics of materials, oceanography, hydrography) are also pointed out. Mentioned is the problem of the lack of scientists and the emigration of many. Finally, recommendations are made with regard to the creation of graduate-level education institutions and an organization of scientific investigation in Latin America and Colombia, about international cooperation in this field, about coordination between the Government and private enterprise, as well as the centralization and distribution of information.

THE PROBLEM.

The scientific investigation of general character, and especially that which refers to problems of industrial interest, is characterized by the following essential factors:

- a) It is sporadic, limited in its capacity, and it is represented by very few concrete efforts and these are dispersed and uncoordinated.
- b) It, to all intents and purposes, lacks any firm and fruitful connection with the social and economic reality of the country and of our people.
- c) In many cases it answers commissions from outside, and the results do not remain at the country's disposition but at that of foreign governments or enterprises.
- d) It does not have firm, continuous and efficient support from neither the Government nor from industry.
- e) It lacks coordination, does not have a national level organization and has no plan or central purpose.

f) The number of scientists and engineers is less than 0.1% of our labor force, and is completely insufficient both in number and in adequate preparation.

g) Apart from some 4 or 5 isolated names, we do not have investigators of international category.

h) Many scientists and technicians who have advanced education are not associated with science or with jobs suitable to their education; some because they quit and others because they cannot find an adequate occupation, or because the university atmosphere does not allow them to develop their possibilities.

i) For this reason, and for lack of community responsibility, many people have emigrated and continue to abandon the country, causing a great deal of damage.

j) The industry depends entirely on foreign technology, paying enormous royalties (sometimes for trivial brands or patents), instead of going to the universities in search of scientific help or utilizing or patronizing high-level investigations. The valuable, although incipient, effort made by IIT and the ICONTEC has not had enough support from the national industry.

k) The university, with its personnel and laboratory resources, does not know or in any is far from the concrete and specified necessities of industry regard to technical development and economically applicable investigation, and does not precipitate nor facilitate contact between the professors and the problems of the industry.

l) The scientific and technical exchange with the rest of the world is very limited, including only 3 or 4 countries in the world. There is no exchange with nations which have made important scientific developments, such as the Soviet Union, Sweden, Israel, Canada, West and East Germany, Poland, and Italy, and almost none with England or France.

m) There are no services or adequate means of instruction, and the access to the scientific literature is extremely difficult because of the lack of communication and reference.

n) There are very few valuable scientific publications, and they do not receive financial assistance.

This situation has resulted in, or contributed to, the manifestation of the following problems in the Colombian industry:

a) The contribution of the factory-type industry to the economy of the country is inferior to what it should be, considering the population, our level of economic development and our natural resources.

b) Industrial growth is very slow, much slower than necessary in order to have an adequate economic development process. Moreover, in recent years

the rate of industrial production has been deteriorating, and in 1967 came to its lowest point of the last 15 years.

c) There exist exaggerated productivity differences between industrial lines (i.e. between textile and lumber), and even between one factory, and another in the same line.

d) The level of development of some basic lines, but ones requiring a certain, more advanced technical level (i.e. the metalmechanics and the basic chemical) is greatly inferior to what it should be in a normal and balanced configuration of the factory-type industry as a whole. The same is true of certain traditional lines such as the lumber industry, where practically no technical innovations have been made.

e) Absolutely all the technology of our industry (materials, processes, equipment, work methods) is foreign. Almost all of it proceeds (historically and financially) from the U. S. A. and England, a small part originating in France, Germany and Sweden.

f) The growth of Colombian industry has declined almost to the point of being paralyzed, and a lot of companies previously owned by Colombians are now foreign-owned in order to be modernized and technically developed. As a result, the level of financial autonomy of the industry has simply decreased.

g) As in the originating countries, the technology we use here leans heavily toward saving on manual labor (much more costly there); our industry is opening up very little new employment, and the additional markets that it creates are much fewer what they should be in order to occupy the annual increase in population. This phenomenon has existed since 1962 and still persists as a chronic problem.

h) In the new areas (paper, chemistry, non-ferrous metals) is being created a strong dependence on import investments, inherent in a technology that has been created in convertible and hard-currency countries, but which is not convenient for Colombia. Also, in some instances, under the pretext of technology importation, expenditures are made which would not have to be made if we had our own technology.

i) Vitaly important lines connected with the exploitation of natural resources, which could be a large source of employment and contribute appreciably to the balance of payments, such as fishing, mining, lumbering and non-metallic minerals, are still way behind in their economic development.

j) The productivity and competition between some lines is very low, compared with other Latin American countries.

k) The possibilities of economically substituting importations seem to be almost exhausted in intermediate assets and very limited in capital assets, due to the progressive disparity between the minimum plant sizes and capacities existent abroad (from which we are obliged to buy), and each time greater than the size of our markets.

l) Agricultural and mineral products which are found naturally in our country, are exported without any degree of industrialization (or at least in a small quantity), such as coffee, bananas, emeralds, cattle, lumber, tobacco, leather and precious metals, thereby losing a considerable margin of added value that, otherwise, could remain within the country if we knew the methods by which to improve them.

m) The domestic industries and handicraft, which could be a very important source of employment, and in which 700 thousand people work already, remain stagnated or are slipping backward in some areas.

n) The Colombian professional and technician in industry are not often stimulated to make scientific innovations and progress, since they limit themselves to the application of some foreign processes and standards, and because they usually do not even participate in serious studies which are required by the design and operational problems, materials and processes, because those problems come already solved from abroad or are always sent there to be solved.

BASES FOR SOLUTION.

The approach and treatment of these problems should be on the following bases:

a) It is necessary to reduce or control the technological dependence of Colombian industry and mining on other countries. This assumes the adoption of a correct and systematic policy concerning the use of foreign technology, of patents and royalties and of the stimulation given to original investigation in Colombia.

b) Investigation of technology and science must be actively promoted, multiplied and expanded, especially that which would lead to industrial development, starting with the universities that are in a position to do so; and a plea for the necessary financial support must be made to the various entities of the country that can afford it.

c) Colombia must start, in an effective and vigorous way, the interchange of personnel and information with the most technologically and scientifically advanced countries of the world. With the exception of one or two, at present we are completely isolated from all of them.

d) The national scientific and technical progress must be adjusted within the Latin American frame, inside which it is necessary to form a common and free market of technology originated in this region. Only in this way can the emigration of the most valuable scientific men be stopped, and be recovered those who have already emigrated. This is also the way to collect the necessary financial resources for greater investigations, and to take advantage of our very limited material and scientific availabilities. In the first place, it would be extremely profitable to guide the vocations of advanced studies in these fields toward Latin American countries.

e) In order to make investigations of some proportion, it is necessary to give this activity a national organization, duly instituted by the Government, one which would guide the official and private efforts to a national advantage, on a high scientific level, befitting our conditions and efficiency.

f) A correct scientific and technological policy should be carried out bearing in mind geographical and economic diversity of the country's regions, trying to instill in each and every one of them those investigative activities more directly connected with the local problems, without losing sight of the universal interest which scientific knowledge always brings.

g) It is necessary to awaken and activate the interest of private sector in the scientific and technical investigations of the country, contributing with their donations of equipment, financial support, qualified personnel and, especially, their own problems to be studied.

h) As an indispensable element of an efficient policy which would more fully employ the human resources of the country, it is necessary for us to create a new technology of our own, in all economic sectors, which takes into consideration our population and our lack of capital and foreign currency. This is a difficult task which will take a long time and which must be started at once and in an ambitious way, asking for the scientific and technical help of all foreign entities and countries who are willing to assist intelligently and without interest.

PART II

INTRODUCTION...

0.1. If "investigation" means "search for the truth", it would seem that investigation in Colombia would not be anything other than the search for the Colombian truth. This consideration is valid for any area or academic discipline, but it is even more significant in the scientific and technological fields of investigation, probably because in that "immense ocean of unknown truth" of which Newton talked, which extends in a much larger area than we Colombians have yet realized, and even less do we know to take advantage of it in order to benefit our own nation.

0.2. Therefore, it is clear that the scientific and technological investigation in Colombia should be motivated toward the facing of the great Colombian truth, which can be summarized in three concepts: economic underdevelopment, technical-cultural backwardness and social inequality. The investigator's concept in his "ivory tower" cannot be admitted in this century, in a nation which suffers these diseases and whose construction is to be done, if we are to recognize that the scientist has a responsibility to the community and that his most urgent and most important task is to contribute to the solution of mankind's vital problems.

The scientific and technical investigation in Colombia will be, then, a systematic search to enlarge and to implement scientific knowledge and the

technical experience in our field, in order to improve living conditions for Colombians. Therefore, the investigation we make cannot be reduced to the routine and subordinate task of solving some sub-problems assigned to us from outside, within programs which we do not prepare in this country and which are inspired by interests other than those of Colombia. An example of what we should not do are the studies assigned by a foreign government to some Colombian universities looking for vegetable esteroides in species of the solanaceous family, which results, eventually successful, will benefit another countries without any real benefit to ours.

0.3. In this document are presented some subjects or problems of the Colombian industry, which could be directed toward starting an investigative and fruitful activity, especially in the natural science fields, the so-called technical sciences and the basic sciences. We are not including the numerous social and human sciences. We are not including the numerous social and human sciences in which profound investigations are required in order to know our Colombian truth with regard to the problems inherent to industrialization (i. e. in demography, social antropology, human ecology, sociology, etc.), because this is too vast a subject for this paper and because they are contrary to the author's professional ethics.

0.4. It is universally recognized that industry is the economic area that most effectively contributes to technical progress, and that at the same time, can most easily be taken advantage of.

However, this remark allows for exceptions in countries, such as ours, that have created an industry based completely on imported technology in its equipment, processes, operations, etc.) and whose activities are in great activities of transformation or elaboration of natural raw materials, with a rather low proportion of added value. That is the case in our country, where some manual forms of industry have disappeared, which, although rudimentary, contributed to the handicraftsmanship and small-industry life which are important, and where been adopting industrial processes in which the capital-labor relation is becoming larger every day, since they come from countries where the financial resources abound and labor resources are scarce and costly.

0.5. The primary way in which our industry has supplied itself with foreign technology has been the acquisition of patents on a royalty basis, sometimes under inopportune conditions for the country, and whose annual cost represents today an expense which can be estimated between 3 and 4 million dollars per year. This figure does not include other amounts paid for compensations and technical services, and which exceed in total the annual 4 millions. This has been happening to such an extent that recently the Government confirmed that a foreign company was paying royalties to its home office abroad for the manufacture of a popular foodstuff which every Colombian housewife knows how to make.

0.6. In order to obtain a minimum of autonomy and our own technological capacity, the Colombian industry requires a great deal of work, with the following objectives: a) to adapt technologies from abroad to our conditions in order to assimilate the adoption of exogenous knowledge; b) creat and develop genuine Colombian production techniques, that is to say, to make endogenous

innovations in industries already existent; and c) to identify Colombian processes and materials which would create new industries in our territory, using our own resources. This is an urgent task, to which the highest priority must be given in any industrial promotional program, and of such crucial importance that the Colombian government should be made aware of it.

SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL PROBLEMS IN INDUSTRY

1.1. There is no more eloquent and serious sign of our backwardness in the scientific field, that our appalling ignorance of the natural, simple resources which the Colombian territory is provided. It has only been in recent years that a mining inventory for some regions of Colombia has been made available. We do not know as yet the truly ichthyologic potential of our two seas, in spite of the fact that it is still being exploited and pilfered by foreign flags. We lack a forest inventory, so we cannot talk about the relation of Colombian lumber specimens; and our plant life - excepting individual works, meritorious but isolated - is yet to be known, although it contains enormous possibilities for industrial utility. For example, it is deplorable, that a rich caffeine resource found exclusively in our forests, such as is the "yoco" (*Paullinia yocco*) was identified and investigated by Professor Schultes, who had to come from Harvard University for that purpose. We still do not know the physical, chemical and pharmacological qualities of the Tolú Balsam, a Colombian product per excellence whose name is perpetuated in that of the toluene. In general, we have abandoned or neglected (for someone else's benefit, in some cases) the efforts that since the Botanic Expedition, and lately some great Colombian naturalists (Zea, Triana) made to improve our national patrimony which resources whose scientific and economic value is within our arm's reach.

1.2. Practically speaking, in Colombia there are no industrial investigations at a company level. It is true there exist a few companies and institutions which have made valuable investigations, such as Bavaria, The Coffee-growers' Federation, the Technological Investigation Institute, the National Chemical Laboratory, the Nuclear Affairs Institute, and the Agustin Codazzi Institute. But their work is afflicted with a lack of coordination and joint programming, and excessive privacy as far as the studied themes are concerned. It is notorious the lack of support given to technical investigation by entities which should give support, such as bank, the Financial Corporations and the Bank of the Republic. It is incredible, for example, that the latter does not make or sponsor any investigation in Colombia on gemmology or natrochemistry, which could contribute to its own and exclusive benefit.

1.3. In that which follows about possible technological investigation themes, we purposely left out the huge agropecuary field of investigation: botany, zoology, geology and mineralogy, since they are areas in which the study possibilities are innumerable and are a little more recognized. Therefore, we are specifically dedicated to the examination of method, the materials and processes of manufacturing industries, where the few investigations made in Colombia are fragmentary and limited.

1.4. Fishing is undoubtedly one of the industries which has more possibilities for Colombia, as a work source, as a basic, essential and economic

food producer, and as an exportable resource. However, very little, can be done in this field without ichthyological and ecological studies of our marine platform. On fishing resources in the sea, it will be necessary to make an ample program of works analogous to those made by C.V.M. in the biology of fresh water specimens (i.e. in ecology and reproduction of the "bocachico"). These same works should also be extended to other specimens of warmwater and cold water rivers and lakes of the country. The recently-signed agreement between the Government and FAO offers the possibility of starting this very important line of industrial development.

1.5. Coal is one of the largest natural Colombian resources. This reserve puts us in first place in América, as the largest and almost the only coal-producing country, and it is measured as more than 20 thousand million tons. Its economic usefulness as fuel is certainly decreasing, but the obvious advantages of economy and exploitation techniques that we have clearly indicate that it is necessary to improve our geological, mineralogical, physio-chemical and economic knowledge of hard coal, aiming at utilizing it as a possible raw material for an eventual and wide carbochemical development in the country.

Taking into account our abundance of bituminous coal, the extensive knowledge existent of the technology and chemistry of the hard coal distillation, and the diversity and importance of its potential products, the feasibility of taking advantage of it could be revised on the basis of development of carbochemical industrial complexes of economic dimensions.

1.6. Doctor Bruno Leuchner, in his investigation for the Ceptal on "The Technological Investigation in Latin America" gives a prominent place to the investigations of coalcooking in this continent. Specially recommended as investigations which Colombia could and make are the investigation of purification for phase separation, of briquetation of preformed coke, of distillation at low temperature, of cooking of coal mixtures (alone or with tar and asphalt), and of the petrographic characteristics of hard coal and its influence incooking. The study of the cooking conditions of coal mixtures would be of special interest for the possible exploitation of coal in the Cauca Valley.

1.7. The known Colombian reserves of economically exploitable iron are very limited up to the present time and, of course, very inferior in quantity and quality to those of Venezuela, Brazil or Argentina. However, in the country there exist large ferruginous formations of low content, whose utilization would be possible if we could develop exploitation techniques and concentration on lowcaliber metallic minerals such as, for example, the abundant laterites and pyrites that are everywhere in the country. It should be remembered that the ironreduction process "Strategic-Uddy" was precisely developed for the utilization of Venezuelan minerals of low content, and that in principle, the chemistry of the minero-metallurgic operations of iron exploitation already has very few secrets. In this field, the most important thing for technical advancement is the use of intelligent and imaginative ideas and elemental resources. It is enough to be reminded how Austria, a minor country in the world steel industry, today is earning a great deal of royalties from the great industrial nations for the use its oxygen-injection patent for manufacture of steel by the so-called LD process (Linz-Donawitz).

1.8. Apart from geologic explorations and the examination of new metallic mineral deposits of all kinds which we should do in the country, better studies of their characteristics will be necessary in order to determine the best-suited reduction and exploitation processes, and pilot-plant-level experiments of the processes that offer the best possibilities. The recent failures in the exploitation of phosphoric rock are due to lack adequate geological and geochemical investigation.

1.9. Without pretending to refer to all metals chemical elements which we could look for in our mineralogical world, indeed, it is worth mentioning the great importance that a systematic and profound search for potassium reserves in our soil would have. This element, the base of the kalio-chemical industry, of such extended technical and agricultural possibilities as to be one of the three fundamental elements for chemical fertilizers, would open a wide variety of industrialization lines for the country. The fact that deposits of potassium are located, at present, in quite a few places in the world, and that Canada has found a deposit that it is assured could supply the world market for centuries, should not make us stop trying to make most of the availability of our basic materials. The phosphoric rock example, which was also found in several regions of the world, and which has been recently discovered in Venezuela and Colombia in large quantities, demonstrates that one cannot lose sight of the possibilities of having success in such an important enterprise as this is.

1.10. The case of the mineralogical studies serves to underline the importance of having our scientific and technological centers and institutions duly informed of the quantities of work being done in other countries (including Latin America) and of making known the results of these works. There exists, for example, an important collection of works on mineral benefits, made by the Institute of Technological Investigations of Sao Paulo, by the IMIT of Mexico and by INTI of Argentina, which would be very important to know about in Colombia.

1.11. The extraordinary development of the solid-state physics during the last ten years has reopened extensive fields in the study of glasswork.

Thanks to this, scientific interest in natural crystals, the macrocrystals and the gems (i.e. the ruby as central element of lasser) has been born again. The proverbial Colombian richness of minerals and gems should push us to participate at least in the technological application studies of these minerals and in the fundamental study of ceramic materials chemistry, especially those which contain heavy-metal atoms. In this scientific field it is worth mentioning that today it cannot be expected to have an electronic industry that is not subject to foreign technology and interests, if scientific knowledge and technical experience in solid-state physics are not available.

1.12. The sulphuric acid production in Colombia is very low in comparison with our degree of industrial development. Our production is much lower than that of countries such as Peru and Chile whose industries are smaller or comparable to ours, and for this reason we are forced to import that essential product. This deficiency is fundamentally due to the small amount of sulphur production in the only mining deposit being exploited today in the country.

We need to increase sulphur production; and to do that, we can go to our extensive volcanic sulphur formations in the Colombian Andes and particularly the Central Range. But to achieve it, it is necessary to create an adequate technology whose development will require investigation into various basic problems of this industry. Among them there are: the types of concentration of the volcanic sulphur mineral, the refining of the concentrations, the extraction of solid sulphur from pyrites, the extraction of sulphur and sulphuric acid from combustible gases, the floating and the extraction of sulphur from the mud of lakes, etc.

1.13. Besides the fact that the manufacture of dairy products continues to be in great part an art based on centuries of experience, where still exist empiric practices and manufacturing secrets, we in Colombia do not know nor apply the fundamental aspect of chemistry and the technology of milk which are already known universally. That is the reason why, in a relatively elemental industry like this, there hardly exists any Colombian investment. 1/ The simple fermentation process by B. Acidilactici, his chemical cinetic and the variable which affect it in our climate, with our cow milk and our soil, would need more study if we were to pretend to give - as is indispensable in order to better feed our population - a vigorous push to dairy products manufacturing. It should be recognized that this industry is still afflicted with deficient qualities and that its variety of products is very limited. Simple techniques, such as evaporation and pulverization, had to be set forth by a foreign company at a high royalty cost. Add to this the fact that even for the geometric packing design, such as the one called "Tetrapak", our country pays royalties that could be saved with the simple application of a well-known and elemental geometric theory of space.

For a more ambitious development of dairy industries in Colombia, it is necessary that we create and perfect residual canning materials, new kinds of products, and new processes for the use of by-products. We also should investigate more fully the physical, chemical and bromatologic qualities of the milk of other ruminants, such as sheep and water buffalo, whose development in Colombia is imperative for 1/ Excepting in the pasteurization and in some small derivative factories.

Strong economic reasons, such as the substitution for cattle meat which should be used for exportation in the future. It is interesting to note the example of the large, buffalo milk cooperatives (*Bubalus bubalis*) in India which have developed their own large plants, with extremely high productivity, thanks to the systematic application of the basic principles of genetics, zoophysiology and dietetics.

1.14. The processes of the milling and bread-making industries, with their appearance of traditional and elemental industries, in general are on a low technical level in Colombia. The operation of grain crushing should be studied in light of the technology already known about the reduction of sizes of solids. And to solve the numerous problems which occur every day in the mills and threshing companies, it is necessary to investigate the pulverulent (dusty) and granulated materials mechanics. A question which puts a great challenge to technical investigation in Colombia is the one of what to do with the possibilities of the machinery installed in this industrial field, machinery which stays inactive 80% of its time-capacity, and how to use it in

other industrial processes that - as the minerals - may require similar phases or operations.

1.15. The major problem of the bread-making industry is the limited availability of the raw material, wheat. In 1967 Colombia imported 270 thousand tons, and produced a little more than 100 thousand tons. It is necessary to undertake a methodic large-scale program to industrially analyze and evaluate the flours and grits from other plants (corn, yuca, rice, millo, rye, etc.), to design blending processes, to study its bread-making qualities, and to develop industrial processes to obtain them.

1.16. The bromatological investigation field is another one so vast that we are forced to put it aside. However, we cannot pass over it without mentioning that we, in Colombia, have done nothing to formulate a universal food, rich, balanced and cheap, while more than 6,800 Colombians die every year of starvation. The Institute of Nutrition of Central America and Panama (Incap) demonstrated that it indeed can be done with scientific investigation at the highest level, and thereby provide for the vital and social necessities of its population. They produced the "Incaparina" formula, for the manufacture of which we also have to pay royalties today, with materials produced exclusively in Colombia. It may be that here, too, is a possible source of technical investigation, which could find inspiration in food-manufacturing process of rudimentary and domestic character, well-known to us, which could be tried to technify, mechanize and industrialize.

1.17. The edible fats industry also possess problems of scientific interest to the technological, botanical and zoological of investigation.

First of all, it tries to identify new sources of oils and edible fats, and to establish their chemical, nutritional and biochemical qualities. As an example of the important problems of this industry, we mention that, facing the vital question of Colombian health as is that of the saturated acids content (the monoetenoides acids, and dietenoides acids in vegetable fats, with their different effects on the colesterol level of the blood), we still don't have the complete and exact analysis of the raw materials that Colombian industry uses (soy, cotton, african palm, sesame, etc.).

In a country that until a short time ago was a large-scale importer of edible fats and that still imports great quantities of fish oil, it is indispensable that we make a serious effort in the field of botanical, zoological and biochemical investigation in order to identify and evaluate animal or vegetable specimens which could constitute new sources of fats and oils, and to establish with precision their biochemical and nutritional characteristics. Materials such as the coffee bean, the cereal chaff (other than rice), the cucurbitaceous seeds (such as cucumber, Cucurbita pepo; and the melon, Cucurbita gratissima) and the rhizomas of some amaryllidaceous specimens, await the determination of their oil content, of their nutritional value and of their possibilities for industrial use.

1.18. Among other specific tasks that for the investigators in this field are: the inventory of Colombian oil-yielding plants; the determination of ecological conditions which influence the vegetable oil characteristics;

the control of extraction processes, physicochemical qualities and their oil-mixtures conduct; the quantitative effect of the physical variable in hydrogenation, oxidation and saturation; the industrialization of autochthonous seeds and materials; the industrialization of by-products such as lecithin; and the search for important chemical substances such as esteroides and vitamins.

1.19. The animal fats another group of important themes for investigation. Among them it is worth mentioning the following; the possibilities of increasing the adible percentage in the animal fats materials; industrial hydrogenation and oxidation; the interest verification of animal fats; analysis of fish fats and the different specimens of beef; by-products industrialization; and the industrial separation of pure chemical substances from natural fats.

1.20. The entire sucro-chemical field is yet to be developed in Colombia. Current literature shows the variety of rich products that could be elaborated from sugar or from the other by-products of its elaboration. The decline of the world sugar market and the increasing pressure of the major productive countries would make it advisable that in a country such as Colombia, which has the economic and technical advantages needed to produce sugar, the technical and industrial possibilities of developing this manufacturing field be deeply explored. Of course, it is worth mentioning that the recent experience the country has had with the use of a patent for the manufacture of citric acid using molasses, which has had many difficulties, shows the necessity for greater care in the selection of foreign technologies, and that those which are adopted should be preceded by investigation sufficiently careful to evaluate them.

1.21. If we were able to remove the chemical, bacteriological and economic unknowns, which must be solved before doing it, the country could supply itself, via sucrochemistry and by means of acetone, butanol, acetic acid, and of esters and salts of the latter (which are at present imported in great quantities), and could still export to some neighboring markets, with obvious advantages for our balance of trade. However, this would require an extremely careful microbiologic investigation, specifically in the genetics field, the metabolism and microbial ecology of the stumps required for these fermentation processes, aimed at identifying the adequate nutrients, to establish the chemical mechanism of the cinetic of these reactions and to find the best conditions for its industrial development. In addition, complete pilot-plant-level experiments are required, which could be very costly, but realizable. This is a promising industrial field that should be promoted by entities interested in its development and financing (Institute of Technological Investigations, Bank of the Republic, Financial Corporations, Sugar Cane Association, etc.), inasmuch as favorable factors are on hand, such as low raw material cost, local availability of investments, the possibility of the manufacture of equipment in the country, the possibility of building plants in accordance with our markets, etc.

For the development and diversification of the sugar industry, the country is also in need of complementary knowledge and industrial development in the uses of bagasse and the sugar cane peel for the production of cellulose and

derivates (waxes, furfural, etc.).

1.22. The technical level of a great of the canning industries in the country is a little bit ahead of domestic methods. This explains the limited economic dynamics of this industrial field, in which the Decennial Plan for Economic Development had had great hopes which were never realized and which hesitantly faces at present the possible competence from other Alalc countries. One or two companies which have been modernized have achieved it at a cost of being transferred to foreign property. This is an industry whose technology is based on unitary operations of all kinds, which could be greatly perfected in our factories. But possible the most important field of fundamental investigation in this field is in the study of the physio-chemical process of celular deshydration, of the main problems of its industrial realization and of the saving of materials involved.

1.23. In the alcoholic beverages industry, the country is depending more and more of foreign brands, which only contribute with the mixing formula, and which already cost a considerable amount of foreign currency. Of nothing else, it is abnormal that, having on hand fruits, nuts, falvors, berries, resins and vegetable extracts of the variety such as they exist in our groves, meadows and forests, the country should pay a great deal of foreign exchange for mere softdrink formulations based on imported investments. To manufacture coffee in stimulated soft drinks we pay some US\$200 thousand per year in royalties, when we have on hand our own vegetable products with which we could manufacture them (i.e. in the specimens of the Paullinia gender), but that we have not duly studied.

Brazil has given us an example in this matter with the industrialization of a caffein-type, softdrink manufacture based on seeds of its native "guaraná" (*Paullinia cupana*, of the Sapindácea family).

1.24. The textile industry - certainly the most developed modern and efficient in the country - has also been made, as that of the whole world, based on English, Northamerican and European Technology. There are not too many alternatives to choose from with respect to textile machinery and processes, but we could try to increase our list of utilizable raw materials; for example, in the potentially rich area of liberian fiberson hard fibers. An example of how much can be done in this field is the extremely interesting work of the Institute of Hard Fiber Investigation in Poznam (Poland).

With regard to natural and artificial soft fibers, there is probably not a more vast and complete investigation than the one made by the Textile Institute of Lodz in Poland, which unfortunately is unknown by our textile industry.

1.25. Two specific lines of investigation and technical development can be pointed out in the Colombian textile industry, in accordance with our specific necessities. One of them refers to the possibility of machinery design and development for semi-manual operations for the purpose of creating a domestic and handicrafttype industry of knitting and clothing manufacture, similar to that developed by India with Poland's help, to establish a handicraft industry of high quality, widely distributed in the country and technically well-equipped, to give employment to the rural and semi-rural popu-

lation, and which possess technical problems similar to those that Colombia would eventually have to solve.

Another extensive line of textile investigation and development is in the fishing processes and auxiliary materials in which the country at present depends entirely on foreign techniques and suppliers. For instance, in spite of the extraordinary development of the industries in the world (but not in Colombia), the possibility of re-discovering and utilizing natural dyes should not be discarded; such as the many the world has known as coming from Latin America (i.e. cochineal, Brazilin, hematexilin, Nicaragua blue wood, brazilwood, purple violet). Natural vegetable dyes are still used in Nicaragua for the manufacture of popularly-used materials. From the economic viewpoint and within the "shadow costs" and "opportunity costs", it would seem that extensive possibilities for re-developing exist for the use of natural dyes whose chemical investigation would be a major area of interest and of high scientific value.

1.26. The clothing manufacturing industry is one that creates high foreign-exchange expenditures for the country simply for the use of foreign trademarks. However, it can be said that in this industry there does not exist, at world level, any extraordinarily and patented originality, with the exception of some minor details of design and sewing. Actually, for clothing manufacturing the most advanced technical knowledge is only comprised of a little descriptive geometry, some anatomy, and a few statistics - apart from which only imagination is required.

Therefore, although here there are no specific themes of major importance to investigate, the case of this industry offers an occasion to point out that, besides the necessary impulse to the technological investigation to accumulate funds of own technical knowledge, it is necessary to discourage the easy (and sometimes futile) resource to foreign "Know-how" which seldom, if ever, makes any effective contribution to technical progress and which must be paid for with the costly and limited foreign exchange that we require for these purposes. The autochthonous technical development and control over the indiscriminating incorporation of foreign technology must be the two fundamental principles of a Colombian policy of technical-scientific development.

1.27. It is not exaggerated to say that the lumber technology in the twentieth century is practically the same as that which man has known since the neolithic era. Only during the decades of the thirties and forties, some elemental treatment processes were invented and adopted (for immunization, impregnation and agglutination) which certainly extended the uses of this material of greatest demand in the world. But it can be said that fundamental changes have not been introduced in the industrializable forms of lumber, in order to extensively diversify its utilization and make it competitive with other, more costly, structural materials. In fact, little has been made to give permanent qualities of incombustibility, mechanical resistance and homogeneity, by industrial processes. Recent investigations (during the last ten years) into the natural and artificial compound materials open vast areas for progress in this matter. It is sufficient to point out the enormous economic importance that would have for a country like Colombia, which has very limited basic metals and a great supply of forests, the possibility of giving

the lumber hardness, rigidity, mechanical resistance, elasticity, impermeability, foldability and incombustibility, with which it could become a great iron, aluminum and copper substitute, materials that we presently consume at a great rate and of which we probably will never become our own suppliers.

1.28. But the first task of forestry and xylotechnical investigation that is waiting for us is the formation of an inventory of Colombian lumber specimens and the determination of their qualities, as well as the study of its possibilities for industrial use to obtain alphacelulose, tannin, gums, oils, resins, edible fibers and materials. The bamboo cane, for instance, awaits a systematic study of its industrial possibilities and of its characteristics as a structural material.

1.29. A theme which deserves interest, due to the great importance that any technical advance made on it would have, is that of the investigation of new designs and new constructions processes and pre-fabrication and lumber structures, especially for buildings. The positive results reached in such a program would greatly increase the productivity of the construction industry (which, in general, is very low at present), especially, in the construction of houses. Entities such as Cinva, ICT, Camacol, and IIT should, for that reason, support a program of investigation in this matter, in which they could take advantage of the very interesting experiences already gained by INTI in Argentina, by III of Monterrey in Mexico, and by Catholic University in Chile.

1.30. The example of the lumber industry of Denmark, whose originality and simplicity in the furniture design has gained the world market and a great deal of income from royalties, demonstrates that not only complex technological investigations can be beneficial for a country, but also that some innovations which only require creative thinking and intelligence (rather than laboratories and equipment) can be equally fruitful.

1.31. The invention and industrialization of the process of paper manufacture from sugar cane bagasse (a typically tropical product) by a Northamerican company is another case of negligence, where we Latinamericans (and especially Colombians) have neglected the possibilities of economic utilization of our own resources. But this same example should invite us to examine carefully the other potential resources (which may be plentiful) that we could utilize to obtain pulp and cellulose in Colombia. It is clearly established the possibility of utilizing for this purpose materials or by-products such as chaff of cereals, coffee pericarp and seed, bamboo cane, numerous specimens found in trees in humid forests, hemp fiber and other liberian fibers. In this field it would be very important to have the collaboration of IMIT of Mexico and of INTI of Argentina. However, it should be recognized that the investigation of these problems could wait for a while until some more urgent investigations are taken care of, such as those mentioned previously relating to the food industries.

1.32. In the leather industry there still prevail some traditional techniques and processes which originated centuries ago, and which continue to make a handicraft of this activity, guided in good part by empiric practices and make a handicraft of this activity, guided in good part by empiric practices and established customs.

This, of course, means that in the decades which follow, great advancements and innovations in leather preparation and manufacture can be made. This does not oppose, but rather urge, that in Colombia be started investigations to improve productivity and the technico-economical results of the leather industry, which are still very backward, in spite of the effort made by the Leather Technological Center of IIT to improve its technical level.

A possible investigation area is in the examination and evolution of new methods to preserve, tan and modify leather qualities, as could be done by X-ray, gamma radiation, exposure to neutrons, electrophoresis, electro-coagulation, and dielectric chaldaic. In the traditional field of technology, there is still a lot to be done with the investigation of new dyes and tanning, the best conditions and tanning control, the improvement of the mechanical qualities, and the increase of leather resistance to abrasion, wear and breakage.

1.33. Possibilities of leather industrialization are also offered for industrial development of wasted by hydrolysis, unfolding and other chemical treatment processes, provided that prior to that, we obtain the chemical knowledge and necessary techniques to use them. If the country prepares itself for a great program of development and cattle exportation, as is at present intended, it must start these studies now to valorize and diversify the use of leather.

1.34. It seems that Colombia is not presently able, or has any immediate urgency to start, vast scientific and technical studies of rubber and the processes to manufacture and transform it. But we could do a lot (with undoubtable benefit) with the study by X-ray of the internal structure of natural and artificial elastomer materials; in determining the influence of materials used as filling for rubber manufacture, such as lamp-black and kaolin; and in establishing the possibility of using economically substituting fillings with things such as the local clay.

1.35. The relation of the concrete problems of the chemical industry in Colombia would be innumerable, where it is necessary and possible to make fundamental investigation or autochthonous technological development. This is the field where the country has created a more subordinated industry, from the technical and financial standpoint, due to fact that it requires a more or less complex technology, which has been completely acquired from external sources, in countries where it has developed under very different economic and social circumstances, without the studies necessary to implant it in Colombia. Even so, we would like point out two problem areas to which the major, immediate efforts should be directed. The first one is the search of national raw materials to substitute for those which are imported, especially in the case of the inorganic chemical industries; and the second one is the necessary revision of "classical" or totally new technologies which would permit us to diversify our production of organic chemical products.

1.36. With regard to raw material substitutes, the problem is outlined in two ways. One is how to find in the country the materials now imported as natural raw materials, and that would not mean making changes in the processes or equipment. In this case, we would make an effort to find potassium,

·sulphur, nickel, chrome and boron in Colombia.

1.37. The other problem, still more complex, is the study of domestic material substitutes, possibly of a chemical and physical nature other than those of the imported ones, which would mean changes in the processes and equipment we use, to continue producing or start the manufacture of material and chemical products necessary for the country. This would require us to enter the fundamental studies of the physio-chemistry of processes, in order to eventually implement at an industrial level, the use of different expenditures rather than the conventional ones. As examples, the following studies can be mentioned: the use of national kaolins instead of aluminum hydroxide to produce aluminum sulphate, the use of laterites to produce oxide. chloride and iron pigments; the use of different types of national calcium derivatives to produce cyanamid; and the industrial development of our barium minerals.

1.38. The organic chemical industry in Colombia, which is relatively incipient, requires a new and original approach in order to have it pushed and to permit us to make importation substitutions that today are extremely necessary.

One of the possible approaches, obviously, is the consideration of the fact that a great deal of the technology with which this industry developed and progressed in Europe and Northamerican was based on natural-resource development, and that a great deal of relatively unskilled labor was available. If this kind of process was abandoned in favor of others that imply much greater investment and less labor requirements - such as those of the petrochemical industry - this was due to the disappearance of the original natural resource, to the scarcity and diminishing of labor, to the extraordinary development of internal capitalization and of the necessity of assuring future oil demands.

1.39. That the development of the modern petrochemical industry in Colombia is so difficult is due to the fact the country has conditions contrary to those in which this industry is usually created. For that reason, it would be a very good idea to carefully revise the "classical" technology, which up to 1940 allowed Europe to create a very advanced chemical industry, based largely on the use of natural resources (lumber, agricultural products, coal, natural gas), and that was only substituted by new industrial processes based on chemistry of organic synthesis when the natural resources disappeared, when was absorbed and destroyed most of young men, when post-war demand enlarged a many of the international markets and when the United States' military triumph allowed them impose in Europe their technology through their investments.

1.40. Colombia has plenty of natural resources, whose inventory and use is yet to be completed; it faces the enormous problem of using an increasing labor force; it lacks big capital and is obliged to economize its limited internal savings; it has domestic markets that are small (and will be for a long time), in comparison with the minimum size of an economically, internationally predominant plant; and it needs industries whose expenditures are totally or greatly domestic.

We have available the important advantage that we have plenty of natural and economic resources such as molasses, starchy agricultural products, lumber and arboreous vegetation, natural gas, ethyl alcohol, autochthonous flora, salt, sulphur, coal, leather, calcium derivatives, phosphoric rock, and many possibilities of developing new lumbering specimens. We should remember that from these prime natural resources are (or were) made industrially many chemical products in several countries of the world, by simple reduction processes, dry distillation, solvent extractions, oxidation and with relatively elemental equipment.

Among those products, there are some industrial chemicals so important and that they are not produced in Colombia today, such as many industrial sodium and potassium salts, sulphur and phosphoric acids, and salts; calcareous cyanamid and its derivatives; carbonic bisulfate and tetrachloride; silicates and silicones; ammonium salts; methanol and formaldehyde; glycerin; acetic aldehyde, chloral and chloroform; furfural; acetone and butanol; formic; acetic, benzoic, oxalic, lactic, and citric acids, their esters and their esters and their metallic salts; cellulose and its numerous derivatives; ether, trimethylamine, cyanide and Prussian and Turnbull blues; coal tar and its endless series of industrial derivatives; phenol; pyrrol; pyridine and quiboline; alkaloids, antibiotics and hormones; edible and industrial gelatine, etc.; etc.

Basic investigations could be done on the kinetic and the thermodynamic chemistry of these processes to adapt them to our conditions and our raw materials, to perform technological studies on its industrial implementation and to make technical economical evaluations of facility of supplying the Colombian and or Alac markets.

1.41. The cement industry is one of the oldest and most important of the country, and it has reached a technical level in which it should already have started an investigation program of cement manufacture, use and qualities. This is done in many countries of the world, in investigation centers or institutes.

It should be remembered that still really very little is known about the basic nature of the physical, chemical and mineralogical processes which take place during the calcination and forging of cement, except what has been achieved in recent investigations made in the United States.

1.42. In Colombia we do not manufacture cement in a dry way, which would allow a great saving in production. This is due, on the one hand, to the fact that our factories were installed many years ago and, on the other hand, to our ignorance of the sufficient technology and to our lack of identification of the materials that can be used, since investigations have not been made on this point, and international patents are very limited and costly.

1.43. A basic investigation that should be explored is that of the nature and qualities of the metal-ceramic interphases, which knowledge is very important to achieve progress in the design of reinforced, pretensioned and posttensioned concrete. Also to be investigated are the potentially interesting prospects of mixtures with fiberglass, metallic fibers, metallic granulates, artificial fibers, etc.

1.44. The extraordinary experimental works done recently, in England, United States and Germany on glass could make this one of the most diversified and incredible application of materials, including the possibility of its becoming a construction material to compete with steel. For Colombia, who produces glass with entirely national raw materials, and who is poor in metals, these developments could have extraordinary economic consequences. However, we are doing nothing about this, and as so many times in the past when these developments are perfected abroad, we limit ourselves to buying patents, paying royalties, punishing our balance of payments and continuing being technologically subordinated.

1.45. One of the more common and plentiful natural resources in Colombia is clay. Up to the present they are used almost exclusively to make construction materials of basic elaboration, such as adobe, or more or less primitive ceramic articles. However, its complex chemical constitution allows the contemplation of the possibility of taking advantage of it as raw material to obtain inorganic chemical products, especially those derived from iron, aluminum, calcium, and magnesium, several of which are consumed in great quantities by the same Colombian industry. Three years ago the organization of a joint program of investigation of industrial clays was recommended among technical study centers of several Latin American countries, the progress and results of which be very important to know in Colombia.

1.46. Like the food and chemical industries, the metallurgic and metal-mechanic industries constitute one of the principal branches of our manufacturing activity. But they have come to a point where their future development is seriously limited by the lack of technologic innovation and modernization that are being done on them at present. It is for that reason that investigation and technical progress in these fields are not only very urgent, but also very promising.

So vast is the field of mineralogical, metallurgical, chemical, metalographical and physical investigation required by this industry, that it is impossible even to mention it quickly. All the activities of this industry need perfection and technification; foundry, tooling, die-making, finishing, etc. The assistance the Institute of Technologic Investigations is giving to the foundries has been valuable and useful, but it is necessary to extend it to another manufacturing operations all over the country.

1.47. Due to the relatively limited metallic minerals in Colombia, the country should invest in the investigation of the possibilities of using low-content minerals to produce iron, copper, aluminum, lead and zinc, by means of simplified processes that do not require big installations nor heavy investment.

The efforts of the principal metallurgic industries could be united toward this, together with those of the Institute of Industrial Development and the Institute of Technological Investigations, and of the other entities of mine industrial development.

1.48. Colombia has quantities of other problems that, whether or not they directly affect the existent industries, indeed have to do with the possibilities of the development and industrial diversification of the country,

in one area or another. They are so numerous and so different, that we can only present an incomplete list of more important themes and more promising results.

Among these are:

- a) The studies of the elaboration of metal-genetic map in the whole country.
- b) The search for natural substitutes of ions for use in chemical, petroleum, softdring, water-treatment industries, etc.
- c) The geographical, geological and geophysical investigation to establish the possibility of using sun, eolic and geothermic energy in regions isolated from centers of electric generation or in rural zones.
- d) The investigations of the elaboration of basic pharmaceutical products (antibiotics, hormones, opotherapeutic, esterols, etc.) based on Colombian vegetable and animal materials, to relieve the stress they are putting on the balance of payments, due to royalties patents and over-invoiced raw materials.
- e) The phyto-chemical and zoo-chemical studies of the Colombian flora and fauna, to evaluate its unlimited possibilities of industrialization.
- f) The investigation of the solid-state physics of our minerals.
- g) The basic studies on the mechanics of the fluid movement the fluid movement of granulated and pulverous materials, which frequently cause problems in our factories.
- h) The manufacture of construction materials for houses, universal and economic, and the development of elemental and efficient techniques of construction.
- i) The investigations of soil mechanics, a science in which we should make contributions of interest in order to solve the problems that are appearing in the design and construction of foundations for industrial buildings.
- j) The oceanographic and hydrobiologic studies and investigations required for a better knowledge of the country and for the industrial development of incalculable economic potential of our seas.

1.49. It is impossible not to mention, even briefly, the question of the necessary personnel to do this vast work, and of its scarcity in Colombia.

(See Anex 2). In other works and documents this has been discussed in great detail. Here we only want to emphasize the fact if we do not do something about this scarcity in an adequate and definitive way, it is useless to think of the possibilities of technical and scientific progress in Colombia.

1.50. One of the most dangerous aspects of this problem is that of emigration of technicians and scientists. Colombia shares with Argentina the doubtful distinction of being a Latin American country exporting, free of charge, a great number of this precious human resource, with great detriment to itself and in benefit of already highly developed countries. The ICETEX estimates that about 900 professionals emigrate abroad every year, causing a serious injury to Colombia (to say nothing of the capital which goes with them), because of what they are not doing anything for the country, making our technical and cultural backwardness worse.

Although several reasons are given for this exodus, it seems that it has not been clearly explained that it is fundamentally an ethical problem, attributable to deficiency in the Colombian education, which does not give the student nor the university graduate a feeling of responsibility toward their country.

1.51. It is also undoubtedly due to negligence or impossibility (of the public sector as well as the private) that they deny occupational opportunities and contributions to the progress to our technicians and scientists. The university professors, for instance, live confined to their teaching and laboratory activities, without having the country taking advantage of them for its social and economic development which is its most valuable and qualified reserve of scientific knowledge and technical competence.

RECOMMENDATIONS

2.1. With reference to technological investigations for industrial use and the different measures of general character which are necessary to adopt in order to advance science and technology in Colombia, the following steps should be taken:

2.2. It is necessary to create a Latin American Institute of Science and Technology, that would coordinate and centralize all of these activities in Latin-America, which would take maximum advantage of the equipment and limited personnel existent in our countries, that would recover and integrate the Latin American scientists who have emigrated, and that serve in union with all similar institutions in the world. The creation of this entity was already recommended to UNESCO by the Conference on Science and Technology in Latin America (Santiago de Chile, September 1965), and BID, Alalc, Ilafa and other entities for Latin American industrial development should also contribute to its formation.

This entity should investigate all scientific and technical possibilities available in the world today, especially those which seem to be most applicable and more adaptable to specific Latin American conditions.

2.3. In search for the constitution of a common market of science and technology in Latin America, Colombia should start making efforts toward an Inter Government Agreement for scientific and technological remission and interchange with the main Latin American countries, especially in the agriculture, mining and industry.

2.4. It is necessary to create a Colombian Council of Scientific and Technological Investigation, with a smaller number of distinguished persons from the scientific and technical world, and reporting to the President of the Republic. Only an entity such as this can coordinate the diverse and incipient investigative tasks made in the country, organize and channel state support to this activity, supervisory, supervise the incorporation of foreign technology and the use of patents, concentrate the use of resources for investigation, and start a serious and consistent policy for scientific development.

2.5. It is necessary to organize a concrete program of investigation of industrial technology, especially for the chemical, food and metallurgical industries, by means of the joint action of the private industry, taking advantage of the means and experience of universities, official and semiofficial institutions and industrial laboratories.

2.6. It is necessary to activate the Institute of Technological Investigations, to open it to the patronage and participation of private industrial companies, to coordinate its action with those of industrial financing entities and universities, and to create its dependencies in Medellín, Barranquilla and Cali.

2.7. It is necessary to establish and activate our cultural and scientific relations, in a permanent and active form, with the countries of the world that are today the main protagonists scientific and technical development, such as the Soviet Union, France, Japan, Sweden, Canada, Poland, South Africa and Israel.

2.8. It would be advantageous to achieve a bilateral agreement of personnel and work interchange with the technical and scientific centers of investigation for industry in various countries of the world, such as the Portland Cement Institute of the United States, the ICAITI of Central America, the Textile Institute of Lodz (Poland), the Butantan Institute of Sao Paulo (Brazil), the Metallurgical Studies Center for the National Commission of Atomic Energy of Argentina, etc. At the same time, it is necessary to institute the permanent cooperation and interchange with the national Latin American centers of investigation, such as the INTI of Argentina, the IMIT of Mexico, the IPT of Sao Paulo, the INVESTI of Venezuela, and the III of Monterrey, etc.

2.9. To take advantage of the possible creation of a Latin American Institute of Science and Technology, a good idea would be to define and start programs of investigation in specific academic fields or areas. (i.e. chemistry of metals, mineralogy, vegetable esters, metalography, etc.), to be made in Colombia with Latin American scientists and with assistance of the institutes or countries of the world selected exclusively for their scientific competence.

2.10. It is necessary to create a Colombian fund for the development of specifically Colombian new industries, financed by the National Government, Bank of the Republic, Financial Corporations, governmental and private industries, IFI, banks and other voluntary contributors, which would take charge of the design, development and industrialization of technologies adaptable

to the specific necessities and possibilities of Colombian industry.

2.11. A Center of Documentation and Information would be an invaluable instrument for the organization of the investigation in Colombia, whose constitution and functioning should be under care of Colombian Scientific and Technological Investigation Council previously recommended. A task of industrial interest which could be achieved by this entity would be to obtain and spread information on expired industrial patents in the United States, Europe and other countries, many of which could undoubtedly be taken advantage of.

2.12. The ICETEX should guide its loan programs toward more advanced Latin American countries, such as Mexico, Brazil, Argentina, and Chile, who have the high-level teaching institutes and scientific fields so important for technical progress in Mathematics, Physics, Chemistry, Biochemistry, Metallurgy, Statistics, Hydraulics and Pharmacology.

2.13. But the most important thing of all as to stimulate and gather the Colombian scientists, to repatriate those who have already emigrated, and give them honorable and interesting conditions in which to make high-level scientific investigations which will benefit Colombia. At the same time, the awakening and cultivation of scientific vocations in the university youth should be intensely promoted, stimulating their intellectual curiosity, respecting their freedom of opinion, guiding their deep and sincere preoccupation for Colombia, opening the country to the currents of science and thought of the world. The essential thing for science is to have scientists; the essential thing in order to have scientists is to create young scientists.

B I B L I O G R A P H Y

- Conference on the application of science and technology in the Latin American development (CASTALA), Santiago de Chile, 1965. Technical knowledge is necessary for the industrialization of underdeveloped countries and obstacles that oppose its transference. Prepared for Ceptal by Eros Orosco, Engineer. 102 p. mimeographed.
- Final report of the Conference. p.v. mimeographed.
- Giral, Francisco. "Phyto-chemistry and zoo-chemistry in Hispanic America". Impact of Science on Society, vol. xvi. no. 4, 1966 pp. 227-275.
- Lachmann, Kari E. "The transference of TECHNOLOGY to the developing countries". External Commerce-Mexico, t.xvii, no. 2, February 1967. pp. 131-134.
- Lacerf, D. "Mayor research and development programmes as instruments of economic strategy". Impact of Science on Society, vol. xvii. no. 2 1967. pp. 115-134.
- Leuchsner, Bruno. "The technological investigation in Latin America" Economic Bulletin of Latin America-United Nations vol. viii, no. 1. March 1963, pp. 67-88.
- Maddison, Angus. "Foreign skills and technical assistance in economic development". The OECD Observer. no. 22, June 1966, pp. 11-18.
- Work International Office. Human resources for industrialization. Some aspects of general policy and of planning. Geneva, 1967. 270p.
- "Science and technology as development factors". International Social Science Journal, vol. xviii, no. 3, 1966.
- United States. "Industrial Development". Science, Technology, and Development, vol. iv.
- "Scientific and technological policy, planning, and organization Science, Technology, and Development, vol. ix.
(Documents prepared by the United States for the United Nations Conference on the application of Science and Technics in under-developed regions 1963).
- Woodward, F. N. "Comment organiser la recherche industrielle". L'Observateur de L'OCDE, no.12, Oct. 1964. pp. 44-46.

A N E X

PROPORTIONS OF SOME KINDS OF SPECIALIZED PROFESSION WITH

RELATION TO THE LABOR FORCE 1959

	Scientist and Engineers	Doctors Dentists, Pharmacists and Veterinarians	High School Teachers and College Professors	Total of The Three Columns
DEVELOPED COUNTRIES				
France	0.8	0.4	0.6	1.8
Italy	0.9	0.6	1.0	2.5
United Kingdom	1.0	0.3	0.7	2.0
United States	1.7	0.7	1.0	3.4
Canada	1.3	0.5	0.9	2.7
USSR	1.2	0.4		
DEVELOPING EUROPE				
Greece	0.4	0.5	0.4	1.3
Spain	0.3	0.6	0.3	1.2
Turkey	0.2	0.1	0.2	0.5
Yugoslavia	0.5	0.2	0.3	1.0
AFRICA				
Ginea	0.002 ^{1/}	0.007	0.016	0.025
Nigeria	0.01	0.01	0.05	0.07
ASIA				
India	0.05	0.1	0.3	0.45
Iran	0.16	0.1	0.2	0.46
Pakistan	0.05	0.03	0.2	0.28
Philippines	0.24	0.42		
Formosa	0.1	0.2	0.6	0.9
Thailand	0.01	0.03	0.1	0.14
LATIN AMERICA				
Argentina	0.2 ^{1/}	0.4 ^{2/}		
Brasil	0.1 ^{1/}	0.2	0.4	0.7
Colombia		0.1	0.5	
Perú		0.2	0.6	
México		0.2	0.4	

^{1/} Engineers only

^{2/} Doctors and dentists only

Source: OECD Observer

SOLUTION OF PROBLEMS FOR INDUSTRY AND THE GOVERNMENT

BY AN INSTITUTE OF INVESTIGATION

Karl Folkers

Solution of Problems for Industry and the government
by an Institute of Investigation

By Dr. Karl Folkers

The Stanford Research Institute is a problem-solving organization that conducts Research and Development that is generally not suitable for a University. S.R.I. extends the R & D of the government, and it performs objective-oriented studies and research for business and industry that does not have the staff and laboratories to conduct research. Business and industry cannot often afford to build up a staff for R. & D. so they engage S.R.I. to conduct their needed research on their problems. S.R.I. and other similar Institutes in the United States fill a gap, particularly between the university and the industrial and business world. S.R.I. also provides a greatly needed facility for the government. In fact, S.R.I. is about 75% governmental and 25% non-governmental including industry.

Other countries have recognized their need for such a gap-filling Institute for R. & D. Japan now has one of its own, the Nomura Research Institute, dedicated in 1966, and continuously helped by S.R.I., on an advisory basis, over a period of about 6 or 7 years. Today, the Japanese Institute is on its own and is successful. This Japanese Institute and S.R.I. are entirely independent and separate, but each can and does sub-contract the other to do studies and research.

S.R.I. has divisions for economics, management sciences, systems sciences, engineering, physical and life sciences. S.R.I. has the unique capability of being able to form teams of investigators to solve problems. For example, economists, physicists and engineers can team up to solve a project for a client. Chemists, biologists and agriculturists can team up to solve problems on insecticides or on nutrition. Economists, management and systems people, having computer-based experience, can team up to solve problems of transportation, post-office operations, urban life or education.

S.R.I. is particularly outstanding among such Institutes in the United States by having such great strength in Economics and management sciences and combining these disciplines with the Sciences and Engineering.

S.R.I. generally declines routine testing of products for composition and quality, and it generally declines other functions which involve mere assembly of information with little or no sophistication of research input.

S.R.I. generally does not become involved in pilot plant operations in technology, but does some larger scale development in the transition phase of a problem to the industrial client.

S.R.I. can conduct research on new products and new processes for an industry which are designed to circumvent a patent position of a competitor in the industry. This is normal industrial research and S.R.I. does industrial research for its clients.

I know that Colombia has several Institutes for research including ones for technological Research, Cancer, Health, Nutrition and others. However let me extrapolate the nature and purpose of S.R.I. to the needs of Colombia, and propose a model for discussion and consideration. The name of this model organization could be "Colombian Institute for Research and Development". "Research and Development" is a meaningful expression in the United States. I understand that Colombia is greatly concerned with the processes of adaption of existing technology to its needs. Adaption is a part of the Development of R. & D. It is evident that a meaningful translation of research and development into a Spanish expression and the building up of the technical staff and skills to perform R. & D. in Colombia is very important to Colombia. Therefore, a Spanish expression which clearly translates "Colombian Institute for Research and Development" could be important for the policy, nature and image of the Institute in the entire country.

The Instituto de Investigación Tecnológicas closely corresponds to the model and could be expanded and strengthened. Expansion of this organization could take place as fast as new business and staff for R & D could be obtained, particularly in Management and Systems Sciences.

The Institute could be organized and managed by the modern concepts of management sciences for its greatest contribution to the nation. It could have a Board of Directors of about 24 members. The number of members could be somewhat large so that many organizations of all Colombia are represented on the Board for guidance and help. The tenure of many of the additional Board members but not all could be for short periods, such as three years, so that greater representation is possible from business, industry and government.

The Institute could have six divisions which could be 1) Economics, 2) Management and Systems Sciences, 3) Life Sciences, 4) Physical Sciences, 5) Engineering, 6) Central Administration and Finance. The first 5 divisions could do the R. & D. the sixth division for G. A. and F. could support all the divisions for R. & D. The interdisciplinary approach to problem-solving could be emphasized. Staff in Economics and Management and the staff in Life, Physical and Engineering Sciences could work together with a sense of urgency, and a sense of profit on the practical problems of the industry and the government. Perhaps, 20% of the time of the staff could be devoted to their own research and developing new ideas, for science and for new proposals for new contracts.

The entire staff of the Institute would respect the confidentiality of the projects of the clients and not disclose information of one client to another client.

The financial operations of the Institute could be partially supported by the Colombian government and partially by the Colombian business and industry. All of the Colombian business and industry could look up on this Institute as an organization to solve its problems in time of need, and expect to turn to it for problem-solving. When Colombian business, indus-

try and government support the Institute, all of these supporting organization would feel responsible and helpful for the success on the Institute.

The contracts of the Institute could provide the balance of the financial support. The contracts could be obtained in two manners. The first manner consists of the staff originating a proposal and selling it to a client. The second manner consists of the client approaching to the Institute, and asking the staff to solve a problem. By far the most important manner consists of the staff selling a proposal to a client. This means that the professional staff of the Institute has to be innovative and aggressive, and with a sense of urgency. This means that the selection of the proper professional staff is a very important responsibility of the President of the Institute. Of course, not every one of the professional staff will be such an ideal entrepreneur, but as Professor Djerassi told us only a few dynamic entrepreneurs can promote and carry a large operation. A few entrepreneurial economists, management experts, chemists, geologists, biologists, and engineers can have a great impact upon the entire staff of the Institute.

I am confident that such an expanded and strengthened Institute could contribute much more to the progress of Colombia not years from now but in 1968, 1969 and onwards. The knowledge of how to do this is available to Colombia, and the success of the American Institutes such as S.R.I. , Battelle and others show the fundamental value of such Institutes to business industry and the government. The establishment of a new one in Japan is also significant. S. R. I. would be glad to help Colombia solve its problems as it does 25 - 35 other countries of the world.

WHAT IS THE STATE OF EDUCATIONAL INVESTIGATION IN COLOMBIA

Universidad del Valle

I. The Concept of Educational Investigation.

In order to narrow the terms of reference of this theme, we will try to establish a specific definition of what can be understood by Educational Research.

It can be noted that, in general, there has been a change of attitude towards research. It is recognized today that research is a necessary element in every process of production, distribution and consumption. The industrially advanced countries have introduced new productive technologies, thanks to a permanent process of scientific investigation of their methods and procedures of production. Administrative organization, public and personnel relations, procedures and machinery, market analysis and time and motion studies, are all areas in which scientific investigation has a formidable field of application.

In the area of social advancement there has been occurring a similar process of experimentation such as in the fields of technology and production. It would take a long time to enumerate all the studies of national and international agencies which have already been elaborated, or those done in the social sciences where social investigation is considered of enormous importance in the formulation and evaluation of social advancement policies.

Social progress and Investigation can no longer be conceived as isolated concepts. On the contrary, the Process of Social Change is being observed scientifically, with the objective of identifying it's direction, dynamics and meaning, as well as the variables of major importance which affect its evolution.

Consequently, it seems quite natural that Educational Research - should also undergo a profound change in expanding its areas of investigation and refining the methodological analysis of educational problems.

This has motivated a change of attitude in the educational investigator and has enlarged his functions.

Educational Research in Colombia has been characterized by the study and presentation of quantitative data such as the actual characteristics of the population: number and distribution of ages, sexes, and principal occupation, and level of scholastics and illiteracy. Similarly, the buildings and school services, the school population, matriculation, absenteeism and promotion, data about the number of teachers, their level of training etc., have all been studied, and we know in general terms, their magnitude and defficiencies. (1)

Administrative and budjeting aspects are also equally important in Educational Investigation.

This analytical examination of the "macroeducational" major variables has been in certain cases complemented by future projections, estimating deficits and the level of resources needed to satisfy demand. (2)

What seems debatable is whether this type of educational research, "descriptive" or "informative", has given way to changes of plans, programs and major directions in education.

1. See: Valderrama, Pedro Gomez. Memoria del Ministro de Educación Nacional. Tomo VI. 1967. Page 12
2. Depto. Administrativo de Planeación. Plan General de Desarrollo de Colombia. Parte General. Tomo I.

Those studies which have been carried out to search for data which can determine the efficiency or inefficiency of Educational changes, or to investigate the variables which intervene in the process of education can hardly be called "experimentation".

Even though there has been some attempt to understand the state of educational research in this country, and some concern about research on the part of various high level educational institutions, educational research is still clearly in an embryonic stage in Colombia (3)

Analyzing the problem further, it could be said that the scientific study of nature, and the real technical value of the relation between educational services, their administration and function and the general aims to which they are destined, have been underestimated. It has not been scientifically determined whether education is responding to the actual needs of the country in its rapid process of technological and cultural advance.

Nevertheless, some scientific works must be mentioned, in spite of the fact that these researches cannot be included within the context of the concept of educational investigation that we are attempting to analyze here.

The analysis of the correlation between the socio-economic levels of pupils and their academic performance, and the performance of the University student based upon his admission examination, has been accomplished by two independent researches. (4)

3. We must mention here a questionnaire partially completed by Dr. Fabio - Bustos in the first months of 1967, entitled: Cuestionario sobre Investigación en las Universidades Colombianas. and Investigaciones en Proceso en Colombia. Vol I. 1966. Acumulación. Esc. Interamericana de Bibliotecología. Universidad Quindío.

4. Aguilera, Bernardo. Las Pruebas de Admisión de la Universidad del Valle. 1964-7 mimeo Rodríguez, Valderrama, José.

Consequently, there arises the necessity to elaborate studies which transcend the descriptive area and introduce analytical investigation of education, converting it into an integral instrument of economic and social growth, assuring a high quality system which can adapt the educational process to the needs of the country. (5)

To sum up, one can tentatively define Educational Research as a process which includes, not only the descriptive analysis of variables which influence education, but also the systematic study, of the effects of other variables which are part of the curriculum, such as methods of teaching, contents, audio-visual aids, attitudes of the teachers, the learning of the pupils in accordance with the objectives of education, and their standards and aspirations.

The scope of this viewpoint is easy to appreciate: from a basis of results already obtained arises the possibility of establishing simple methodological bases for educational planning with a direct correlation between educational activity and those goals of social, political, cultural and economic advancement to which the nation aspires.

Conceived in these terms, Educational Research appears as an integral and complementary activity of educational statistics, and its function goes further than the simple descriptive concept previously mentioned.

(See Note).

5. See: Ministerio de Educación Nacional. Oficina de Planeamiento. Institutos Nacionales de Educación Media. General aspects. Tomo I. Bogotá D. E. 1967, page 6.

NOTE: It is interesting to note that the Office of Planning Co-Ordination and Evaluation of the Ministry of Education created by Decreto No.-206, 2351 of 1957, and re-organized in Decreto 1937, in 1960, within the Section of Institutes of Scientific Investigations, would have initiated an inventory about the investigations of scientific character which are being undertaken in Colombia, and for which it is intended to organize the National Council of Scientific and Cultural Investigations, and to organize a National Center of Scientific Documentation. Similarly, they intend to publish annually a Guide of Institutions of Scientific and Cultural Investigations and the names of researchers. (See: Posada, Jaime. Una Política Educativa para Colombia. Vol. I. National Printing, Bogotá, D. E. 1963. page 1.

Apparently this intention has not, till the present moment, been realized. (See: University of Antioquia, Escuela Interamericana de Bibliotecología, Investigaciones en proceso en Colombia. Vol. I 1966. Acumulación - Medellín. 1967, page 3.

II. Obstacles and limitations in the advancement of Educational Investigation.

Educational Research has been restricted in under-developed countries. It is said that there has been little imagination in the advancement of methods, curriculum, equipment, texts, buildings and administration in order to execute the challenge of carrying out the rapid and sustained demographic growth of the region.

In the case of Colombia, one can explain this phenomena by realizing that the rapid process of social and economic advancement of the country meets serious limitations in adapting to new national circumstances totally different to traditional ones.

This characteristic means that major attention has been paid to the most urgent problems, such as the demands of matriculation, building and equipment of classrooms, accelerated training of teachers in all levels, and the implementation of an organizational structure for educational administration. The analysis or evaluation of learning through experimentation could not, therefore, progress with the same emphasis as the former.

In curriculum, it was not until the end of 1967, during the 4th Seminary of Faculties of Education which was held in Universidad del Valle, that such themes as "types of investigations which must be advanced in order to co-ordinate the area of each institution into works as a whole", were formulated.

The elaboration of new curriculums was not mentioned; the theme being dedicated to an analysis of the administration of the actual curriculum.

Another important limitation in the advancement of Educational Research appears to have been the lack of a policy of mutual collaboration in the formulation of themes for investigation, such as in the assignation of specific responsibilities.

The result has been a proliferation of studies of un-coordinated educational researches.

We must also note as one of the most serious limitations of educational research, is the lack of specialized personnel. This deficiency is not only seen in the elaboration of the curriculum, but also in its administration.

Finally, it has been difficult, at times impossibles, to carry out pedagogical experiments because of the lack of technical materials and educational aids.

In conclusion, there have existed limitations, not only in the area of formulating new curriculums, but also in their administration and evaluation.

III. Conclusions and Recommendations.

It seems clear that the methods, techniques and objectives of education, formulated in a previous era, are no longer adequate for the prevailing conditions and characteristics of this country. In our opinion, the effectiveness and legitimacy of the educational role on all levels (primary, secondary, technical and superior) rests upon a dynamic correlation between the technical transformation of the modern world and the response of the educational system to satisfy the quantitative and qualitative demands of the developmental process.

Before there can be any adoption of teaching content, programs and methods to the new needs brought about by cultural progress, there must first exist the concept that Educational Research is basic to the actualization of teaching, and the modernization of methodology.

The application of scientific experimentation to teaching, the formulation and administration of the curriculum, and to the study of educational administration should be a systematically co-ordinated activity.

I would be desirable to assign specific tasks of Educational Research to specialized personnel. Faculties of Education should have sufficient financial backing for the formation of major groups of professionals who are dedicated to the pursuit of Educational Research.

We recommend the acquisition of technical materials and elements for the development of Educational Research.

It is hoped that the answers to such questions as:

How many resources are needed for educational distribution?

At what levels?

Which Educational techniques should be selected?, etc. Can be answered through the medium of Educational Research.

I. Antecedent Bibliography

A brief, selected bibliography is included here in which one can find mention of the topics discussed in this paper, relating to the theme, "What is the state of Educational Investigation in Colombia?"

This bibliographical information has served as a base for the elaboration of this first work, and does not intend to be exhaustive.

1. Asociación Colombiana de Universidades.
Fondo Universitario Nacional.
Estadística de la Educación Superior. Tomo III
Estudio para el Planeamiento de la Educación Superior, Bogotá, D. E. 1961.
2. Asociación Colombiana de Universidades
Fondo Universitario Nacional
Estadísticas Universitarias. Normas
Estudios para el Planeamiento de la Educación Superior. Bogotá, D. E. 1961.
3. Asociación Colombiana de Universidades.
Fondo Universitario Nacional.
Seminarios Realizados en 1956 y 1957. Recomendaciones
Estudios para el planeamiento de la Educación Superior, Bogotá, D. E. 1961.
4. Colombia - Ministerio de Educación Nacional.
Oficina Administrativa para Programas Educativos
Conjuntos O. A. P. E. C.
Institutos Nacionales de Educación Media
I.N.E.M. Bogotá, D.E. ix. 1967. Volúmenes 1-2-3-4-5-6-7- y 8.
5. Edgar E. Córdoba Mendoza. M.L.S.
Investigaciones en Progreso en Colombia
Volumen 2. No. 2 Universidad de Antioquia. Escuela Interamericana de Bibliotecología, Medellín. Colombia Julio de 1967.
6. Jaime Posada
Ministro de Educación Nacional
Una Política en los cuatro años de la Administración Lleras. Volúmen I - II - III - IV.
Bogotá, D. E. Imprenta Nacional 1963.
7. Pedro Gomez Valderrama
Ministro de Educación Nacional
Memoria del Ministro de Educación Nacional
Tomo III. 1967, Bogotá, D. E. Duplicaciones Mineducación 1967.

8. Ministerio de Educación Nacional
Oficina de Planeación. I Plan Quinquenal
Informe del Proyecto para el primer Plan
Quinquenal. Tomo I - II - III- IV - V.
Primera edición Junio 1957
Segunda edición Sept. 1958. Bogotá, D. E.
Centro de documentación e información

9. Organización de los Estados Americanos
Proyectos de Acción inmediata seleccionados
y recomendados por la Comisión Especial de la
Organización de los Estados Americanos, para pro-
mover la Programación y el Desarrollo de la Edu-
cación, la Ciencia y la Cultura en América Lati-
na.
Secretaría General de la O.E.A. Sub-secretaría para
asuntos Culturales, Washington, D. C. 1963.

10. Pedro Gomez Valderrama
Ministro de Educación Nacional
El Desarrollo Educativo Tomo II
Memoria al Congreso Nacional de 1963.
Bogotá, D. E. Imprenta Nacional 1964.

11. República de Colombia
Departamento Norte de Santander
Mineducación - UNESCO
Investigación Educativa en Norte de
Santander, 1959 - 1960.
Instituto Piloto de Educación Rural. Escuela
Normal Asociada al Proyecto Principal No. 1
Pamplona 1960.

12. Unión Panamericana IV
La Educación - 41 - 42
Enero - Junio 1966. Año XI
IV. Reunión del Consejo Interamericano
Cultural. Washington, D. C. 20006 - 1966.

THE USE OF COMMUNICATION SATELLITES FOR THE RELAY
OF INSTRUCTIONAL T.V. PROGRAM

William Bollay

SUMMARY

The Use of Communication Satellites for the Relay of Instructional

by William Bollay,

T. V. Program Stanford University.

The current state of the art of space technology makes it technically feasible to provide communication satellites which can bring as many as three educational T.V. programs direct to any village school over an area as large as Brazil. A similar satellite radiating over the smaller area of Colombia, Peru, Venezuela, Ecuador and Bolivia could simultaneously provide two direct T.V. programs and in addition provide 900 telephone channels for regional communications.

Studies carried out during a graduate course at Stanford University - concluded that such a communication satellite could provide a low cost solution to the problem of making available the best teachers in a region to all of the schools in the region. Specifically for Brazil the cost of such a communication satellite system would amount to about \$20 Million Dollars per year or about one dollar per student per year. If two T. V. receivers are allocated per school to allow for possible failures of one of them, the cost is still less than two dollars per student per year. These costs include the cost of the satellite system as well as ground receivers, programming and follow up services with the schools.

It is suggested that if such regional satellite systems combined the educational T. V. relay with the additional function of interconnecting regional telephone systems, then the savings in the communication function (over the use of microwave links) would pay for the complete educational T. V. system.

An evaluation of more than 400 instructional T. V. projects, extending from primary school through university has shown that instruction via T. V. is about equally effective as having the same teachers present their lessons directly in the class room. A local teacher will be required in each class room anyway; however, the quality of the instruction, particularly in the sciences, would be greatly improved over what the local teacher would be able to provide without the use of T. V. The pace of improving education would be much more rapid and less costly than attempting a massive retraining program of the teachers without the use of T. V.