

---

# INVESTIGACION Y APERTURA ECONOMICA

**JORGE ENRIQUE DEVIA PINEDA**

- Ingeniero Químico de la Universidad de Antioquia
- Ph. D. en Química de la Universidad de Pittsburgh
- Coordinador de Investigación Institucional en EAFIT

---

## RESUMEN

Los grandes retos de los colombianos en la presente década son la pacificación del país y la internacionalización de la economía. Para enfrentar con éxito estos retos se necesita la participación activa de todos los sectores de la sociedad. La investigación y el desarrollo tecnológico desempeñan un papel fundamental para presentar soluciones a los problemas y buscar nuevas alternativas de procesos, productos y mercados dentro del nuevo esquema político y económico planteado por el gobierno nacional.

## INTRODUCCION

Tenemos el privilegio de que nos haya tocado vivir en una época en la cual, desde la década del cincuenta, se ha adquirido más de la mitad de todos los conocimientos que tenemos hoy. Cerca del noventa por ciento de los científicos que han existido en la humanidad están vivos en la actualidad. En las postrimerías del siglo XX enfrentamos la mas dramática expansión del conocimiento cuyos efectos sociales y culturales han modificado sustancialmente el modo de vivir de las naciones. Si la década de los ochenta se caracterizó por la aparición esporádica de nuevos productos, las extensiones de línea y el mercado de masas, la presente década será la de la innovación permanente, la obsolescencia controlada, las transformaciones y los nichos propios y personalizados. Igualmente en esta década se entronizará definitivamente la era de la informática, la globalización de la economía , la formación de bloques económicos y el convencimiento de que el recurso clave del desarrollo es el capital humano.

Los grandes y rápidos cambios que estan ocurriendo a nivel mundial requieren que nos preparemos para enfrentar el reto de la calidad y la novedad de nuestros productos en el concierto de las naciones y así lo entendió el Consejo Nacional de Política Económica y Social, CONPES, al aprobar el denominado "Programa de Modernización de la Economía Colombiana". La apertura económica no implica simplemente la rebaja de aranceles, es una opción política que nos obliga a buscar la satisfacción del cliente para lograr nuevos y mejores mercados para nuestros productos y para mantener los que tenemos. Acabando con la corrupción, reconociendo el valor del ser humano, aumentando la productividad, controlando la calidad de los procesos y de los productos, con la ayuda de la

investigación y el desarrollo tecnológico lograremos mejorar nuestra competencia y competitividad para enfrentar este desafío.

## ¿QUE ES LA INVESTIGACION?

Muchas definiciones se han dado acerca de lo que es la investigación. Conceptos tales como el de Albert Einstein quién indicó que "investigar es leer en el gran libro de la naturaleza" o el de áquel que dijo que investigar es "el proceso de extraer significado del medio que nos rodea" se combinan magistralmente en la frase de Szent - Gyorgyi, "investigar consiste en ver lo que todo el mundo ha visto y pensar lo que nadie ha pensado". Porque investigar es pensar, buscar con ayuda del pensamiento lo nuevo y pensar el pasado en términos del presente, es ir sobre las huellas.

La investigación es una actividad de hombre, en la cual guiado por elementos lógicos y una gran creatividad se obtienen nuevos conocimientos, se resuelven problemas y se desarrollan sistemas, procesos, máquinas y otros elementos que contribuyen a mejorar la calidad de vida de los seres humanos.

La investigación en general se divide en investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico. La investigación pura o básica es aquella que se lleva a cabo solamente por curiosidad intelectual, por el deseo de obtener nuevos conocimientos y no por una necesidad presente; por lo tanto, los resultados pueden o no tener aplicación inmediata. Opera principalmente en la esfera de la teoría , más que en el de la práctica; sin embargo, los resultados pueden ser aplicados por otros posteriormente.

La investigación aplicada o práctica es el estudio de aspectos esenciales de la solución de un problema real, para su aplicación efectiva en el área de estudio. Tiene un objetivo de aplicación inmediata, y sus resultados tienden a la solución de un problema específico o al desarrollo de una técnica determinada.

La tercera forma de investigación, es el desarrollo tecnológico, en el cual la ciencia esta ligada a un poder sobre las cosas y sobre el hombre mismo, así que tiene vínculos tan estrechos con la tecnología que parece confundirse con ésta. En este caso se trata de la transformación de la realidad dada, con el fin de encontrar nuevos elementos que contribuyan

a facilitar procesos de producción, de información y en general de mejoramiento de la calidad de vida. Aunque en muchos casos, estos desarrollos tecnológicos influyen negativamente en las condiciones de vida de la comunidad, especialmente por su impacto sobre el medio ambiente.

Así que la investigación además de ser el método ideal para aumentar el cúmulo de conocimientos de la humanidad, también contribuye al estudio y a la formación del hombre en sus características individuales y sociales. Por otro lado, la investigación se encarga de estudiar y resolver los problemas de la sociedad en busca de mejorar sus posibilidades de supervivencia y bienestar general.

### EL METODO CIENTIFICO

Para investigar, además de objetivos muy concretos y precisos se requiere una orientación de carácter epistemológico, un método. En ciencia y tecnología se emplea fundamentalmente el método científico en el cual se parte de los hechos que son las verdades conocidas por el experimento o la observación, los cuales se organizan en busca de regularidades que conducen a generalizaciones en forma de teorías o leyes. Los hechos son eventos particulares conocidos, mientras que las teorías son de carácter universal y por lo tanto no puede decirse que son totalmente válidas.

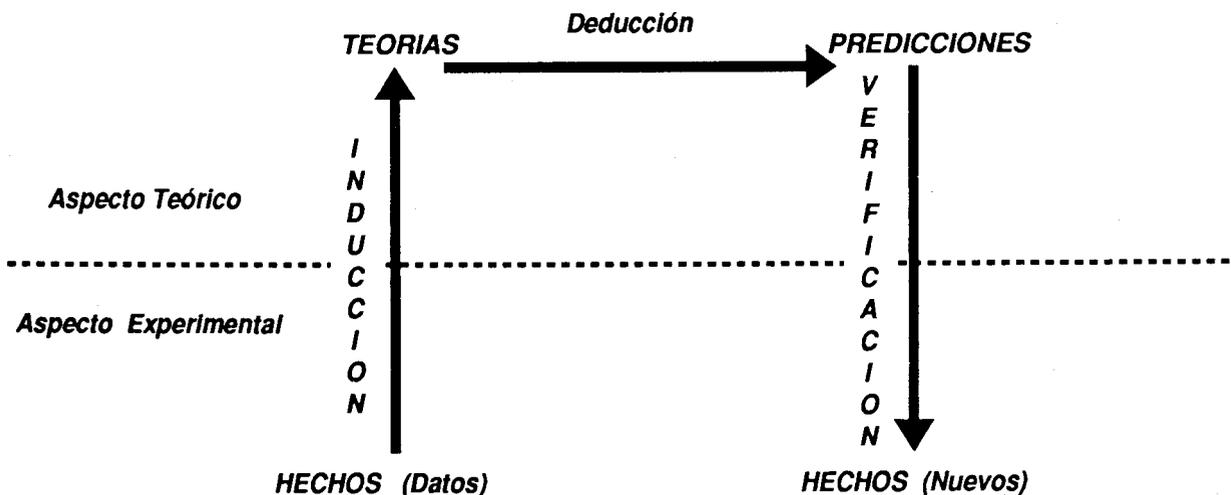
Las teorías son grupos coherentes de proposiciones generales que se usan como principios de

explicación para los fenómenos. Este proceso se conoce como "inducción" o la formación de teorías con base en el conocimiento objetivo. Es decir, el científico puede relacionar las variables de un fenómeno por medio de una fórmula matemática, para explicar los hechos que trata de incorporar en una teoría. Más adelante tiene que comprobar que su teoría puede hacer predicciones y regresa al mundo de los hechos para "verificarla" o invalidarla (Figura No. 1). Este proceso de predecir a partir de las teorías se denomina "deducción" y se realiza por un análisis lógico de lo que predice la teoría acerca de un evento particular que ocurrirá en el futuro. Cuando la teoría se verifica un número considerable de veces bajo diversas condiciones, se habla entonces de una ley de la naturaleza, que a diferencia de las leyes humanas no prescribe nada sino que simplemente describe los fenómenos que ocurren.

### OBJETIVOS Y FINALIDADES DE LA INVESTIGACION

Fundamentalmente los objetivos de la investigación son la búsqueda de teorías, la determinación de condiciones iniciales para que un fenómeno ocurra y la obtención de los fenómenos deseados.

La investigación de un fenómeno que se ha producido y la determinación de las condiciones iniciales bajo las cuales ocurrió, permite desarrollar una teoría para obtener así una explicación científica.



METODO CIENTIFICO  
Figura No. 1

---

Si se conoce la teoría y se definen las condiciones iniciales bajo las cuales podría ocurrir un acontecimiento determinado, se tiene lo que se denomina una predicción científica.

Cuando se parte de la necesidad de que se produzca determinado fenómeno, con base en una teoría conocida se pueden buscar las condiciones necesarias para que se produzca tal acontecimiento, entonces se tiene una aplicación tecnológica.

### **EFFECTOS DE LA INVESTIGACION**

La investigación tiene efectos epistemológicos ya que permite el conocimiento del objeto, aumentando así los conocimientos de la humanidad. Le permite al hombre entender de donde viene, para donde va y cual es su función en la vida.

Por otro lado sus efectos antropológicos influyen notablemente en el aspecto cultural, teniendo profundo impacto sobre la ética, la estética y la situación social de la comunidad. Igualmente los desarrollos tecnológicos resultante modifican sustancialmente las expectativas, los deseos y el modo de vivir de los seres humanos.

La liberación y promoción del hombre como ser social dentro del ambiente sociopolítico le permiten la formación de una sociedad en la cual pueda participar activamente poniendo en práctica todas las habilidades de que esta dotado.

### **LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION**

La investigación tienen fundamentalmente tres limitaciones: el poder político, el poder económico y el conocimiento científico y tecnológico.

En el caso de la apertura económica se han tomado decisiones políticas que implican la necesidad de investigar y por lo tanto habrá que esperar estímulos de diversa índole para lograr que la industria con base en la investigación puede modernizar sus equipos y adelantar amplios programas para mejorar la calidad de los procesos y de los productos.

Para investigar se necesita indudablemente un respaldo económico importante. La cantidad de dinero que el Estado ha dedicado a la investigación ha sido muy reducida, menor del 0.2% del PIB, con relación a los aportes de otros países, aunque recientemente se han hecho esfuerzos importantes.

Así, la contratación de los recursos del crédito externo entre 1984 y 1988 alcanzó un monto de US \$ 57.8, millones y una contrapartida de US \$ 59.5 millones, para el mismo período. Ya se ha aprobado un empréstito similar con el BID para continuar la promoción de la investigación. También la empresa privada debe hacer esfuerzos mayores para lograr implementar programas de investigación y desarrollo tecnológico que la mantengan dentro de la corriente moderna del desarrollo.

Las universidades deben propiciar la formación de profesionales con sólidos conocimientos y con un claro manejo de la metodología de la investigación, para que puedan encontrar la solución de los problemas científicos y tecnológicos que se presentan en la industria y en la sociedad en general. Se impone seguir revisando los métodos de enseñanza del sistema educativo colombiano para lograr imprimir en nuestra sociedad el espíritu de la ciencia y la tecnología.

Como lo indica el investigador chileno José Joaquín Bruner, "Colombia ocupa un lugar muy modesto, que para nada corresponde con su importancia regional en América Latina, en el campo de la investigación científica y tecnológica de calidad internacional. Así, por ejemplo en los trabajos científicos publicados en revistas de circulación internacional entre 1973 y 1984 los investigadores colombianos publicaron un promedio anual de 52 trabajos contra 878 de los brasileros, 709 de los argentinos, 428 de los mejicanos, 371 de los chilenos, 366 de los peruanos y 212 de los venezolanos". Es claro que en muchas bibliotecas de universidades colombianas se almacena gran cantidad de trabajos de grado inéditos que pudieran contribuir a la solución de muchos de nuestros problemas.

### **ELEMENTOS DE LA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA**

Producción y asimilación de la tecnología y la capacidad de utilizarla en beneficio propio, son determinantes en el desarrollo económico y social de los países.

Hay tres elementos fundamentales en la estrategia tecnológica de un país:

1. La adquisición de tecnología: es necesario conocer a fondo las necesidades tecnológicas del país y al mismo tiempo tener amplia

---

información de la tecnología disponible en el mercado internacional. Esta adquisición debe hacerse con base en completa evaluación y negociaciones apropiadas en las cuales todos los que intervienen salgan beneficiados.

En el caso del desarrollo de nuestra propia tecnología se puede contratar con institutos de investigación o universidades, en el caso de que la misma industria no este en capacidad de desarrollar los proyectos necesarios. La creación del ambiente físico y social que estimule la creatividad y la innovación presupone una clase de empresarios capaces de prever el potencial de comercialización de nuevas ideas y su transformación en una demanda efectiva de investigación.

2. Administración: una vez obtenida la tecnología más apropiada para las necesidades se requiere una administración orientada hacia su óptima utilización, evitando duplicaciones inútiles o el subempleo del conocimiento técnico adquirido.
3. Explotación: igualmente la explotación de la tecnología adquirida debe hacerse en condiciones tales que permitan la recuperación del costo en un tiempo razonable, se logre la capacitación del personal nacional y se asimile profundamente con el fin de mantener un proceso permanente de perfeccionamiento y actualización. La correcta utilización y asimilación de la tecnología da como subproducto ineludible tecnología autóctona orientada específicamente hacia la solución de problemas nacionales.

## CICLOS Y SUBCICLOS DE TECNOLOGÍA

La penetración o uso de una tecnología dada toma algún tiempo que corresponde a un subciclo tecnológico. El período de vida útil de una tecnología específica se va acortando a medida que crece el ritmo de investigación de los países desarrollados. Estamos importando un alto porcentaje de tecnología con edad superior a los diez años, por lo tanto es indispensable disponer de un proceso de modernización e innovación que la mantenga actualizada

La investigación y el desarrollo tecnológico le permiten a las industrias una mejor utilización de la tecnología disponible capacitando el personal necesario y utilizando no solo el saber-hacer, sino

también haciendo nuevos desarrollos dentro de la misma tecnología para incrementar su productividad.

## CAMPOS DE LA POLÍTICA TECNOLÓGICA

Se pueden identificar tres campos de la política tecnológica orientada a obtener mejores productos y mejores conocimientos técnicos para enfrentar con éxito la competencia de otros países en el programa de internacionalización de la economía de nuestro país:

1. Investigación, que comprende actividades tales como la generación de tecnología autóctona, la adaptación de las tecnologías adquiridas y la desagregación de tecnología.

Ya en 1974, en los considerandos de la Decisión 84 de la Junta de Acuerdo de Cartagena, se identificaba la desagregación tecnológica de proyectos, como instrumento de una política de desarrollo tecnológico.

La desagregación tecnológica es el desglose de actividades y unidades físicas demostrativas de una tecnología. Se busca clasificar, seleccionar y asimilar esa tecnología, lo cual solo adquiere sentido en relación con proyectos específicos, desarrollados por entidades institucionales. Hay tres objetivos parciales de la Desagregación Tecnológica, en los cuales esta metodología produce beneficios:

La gestión de proyectos

La aprehensión de la tecnología

El conocimiento anticipado de la demanda

2. La transferencia de tecnología, que comprende su asimilación, comercialización o intercambio, es un proceso que afecta partes considerables de los recursos de la nación. Sus efectos pueden ser directos, por medio de las modificaciones que puede introducir en la estructura productiva, o indirectos, según las consecuencias que un cambio en la estructura productiva del país puede tener en sus características culturales y sociales. Por lo tanto este proceso general requiere de planificación y de políticas cuyo objetivo sea optimizar una función de beneficio previamente determinada.

---

3. La información científica y tecnológica, que tiene que ver con su recopilación, clasificación y difusión, se convierte en fuente de poder cuando es bien seleccionada y correctamente utilizada. La habilidad para manejar bases de datos internacionales y el correcto uso de la información disponible en las bibliotecas facilitan al investigador la identificación y solución de problemas. Es necesario coordinar entre instituciones y usuarios el conocimiento de la información disponible. Los procesos de comunicación deben conllevar estímulos y otros factores encaminados no solamente a beneficiar a la comunidad sino también a procurar el uso óptimo de la información a nivel personal.

### **CLASIFICACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION APLICADA**

De acuerdo con la necesidad de salir a competir favorablemente a nivel internacional para el mercado de nuestros productos, los proyectos de investigación aplicada que podemos desarrollar se pueden clasificar así:

1. Buscar conocimientos básicos para fundamentar investigación futura y nuevas aplicaciones.
2. Buscar nuevas y mejores materias primas y procesos para usarlas.
3. Desarrollar nuevos procesos y nuevos productos.
4. Desarrollar nuevos mercados para productos existentes o para subproductos y desechos.
5. Mejorar los métodos para investigar y para administrar.
6. Mejorar productos que ya se fabrican
7. Mejorar métodos de manufactura, equipos e instalaciones.
8. Mejorar operaciones de manejo, distribución y mercadeo de nuestros productos.

### **FLUJO DEL PROCESO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO**

Con base en programas de investigación básica desarrollados por la misma industria o por universidades e institutos de investigación, en

aquellos casos en los cuales el conocimiento no esté disponible, se pueden adelantar proyectos de investigación aplicada de procesos y productos con el fin de conocer las condiciones óptimas para su desarrollo y diseño final. Dentro de este proceso es necesario una permanente retroalimentación que permita la evaluación y el perfeccionamiento de los resultados obtenidos en cada una de sus etapas.

La investigación básica es costosa y generalmente se deja a cargo de instituciones financiadas por el Estado. Probablemente en la mayoría de los casos, los resultados de la investigación básica que requerimos para nuestros desarrollos esta disponible en la literatura científica.

### **MODELO PARA EL PROCESO DE INNOVACION**

Un modelo típico para el proceso de innovación podría presentarse en seis etapas (Figura No. 2):

1. Reconocimiento de la oportunidad: En el proceso de innovación se parte de una demanda potencial del producto o servicio, y con base en la factibilidad técnica y económica apoyadas en una buena dosis de creatividad se puede pasar a la siguiente etapa.
2. Formulación de la idea: Definida la idea que se quiere desarrollar se procede a su fusión en el concepto de diseño y evaluación del proceso o producto deseado.
3. Solución del problema: la búsqueda bibliográfica permite decidir si los aspectos científicos y técnicos requeridos están disponibles en la literatura, o si por el contrario es necesario proceder a la experimentación y a los cálculos para obtenerlos.
4. Implementación del prototipo: Cuando la información esta disponible se procede a su adopción o adaptación para usarla en la implementación del prototipo; en caso contrario, es necesario lograrla por medio de la invención.
5. Desarrollo comercial: Evaluado el prototipo se realizan las correcciones y el escalamiento necesario para tener un producto que puede ser comercializado.
6. Utilización tecnológica y difusión: La información recolectada para obtener productos de excelente calidad se transfiere a la línea de producción para



---

más adelante hacer su distribución por los canales normales de mercadeo.

## **AREAS PRIORITARIAS DE INVESTIGACION POR SECTORES**

De acuerdo con las necesidades del país frente al desafío de buscar nuestro propio desarrollo y a la vez desarrollar nuevos productos de muy buena calidad para los cuales se requieren formas avanzadas de comercialización, COLCIENCIAS, siguiendo los delineamientos del plan de desarrollo nacional, plantea áreas prioritarias de investigación en varios sectores productivos.

### **1. Manufacturero:**

- a. Desarrollo y diseño de nuevos productos.
- b. Desarrollo de nuevos procesos.
- c. Productividad y Control de Calidad
- d. Desarrollo de servicios conexos (normalización y metrologías).

### **2. Agropecuario y Forestal:**

- a. Biotecnología y nuevas tecnologías.
- b. Productos promisorios y tecnologías autóctonas.
- c. Investigación en sistemas silviculturales en bosque natural y plantado.
- d. Investigación en recursos naturales y ecosistemas para la producción agropecuaria.
- e. Productos agropecuarios y forestales prioritarios.

### **3. Recursos energéticos**

- a. Investigación y desarrollo de tecnología para el suministro de la energía
- b. Desarrollo tecnológico para ampliar y diversificar el uso del carbón.
- c. Investigación para el manejo de recursos y cuencas hidrológicas y su impacto ambiental.

### **4. Minero:**

- a. Desarrollo y transferencia de tecnología para la pequeña y mediana minería.
- b. Desarrollo y transferencia de nuevas técnicas de prospección geológica y caracterización de reservas.
- c. Investigación sobre el impacto ambiental de proyectos mineros.

### **5. Recursos Marinos y aguas continentales**

- a. Investigación y desarrollo de la acuicultura.
- b. Investigación y desarrollo de la pesca.
- c. Investigación sobre ecosistemas prioritarios y recursos hídricos.
- d. Investigación y desarrollo de alternativas de postproducción.

En los sectores de servicios, COLCIENCIAS indica las siguientes áreas prioritarias de investigación:

### **6. Salud:**

- a. Investigación sobre factores ambientales y riesgos ocupacionales que afectan la salud.
- b. Investigaciones biomédicas y sociomédicas sobre patologías de alta prevalencia.
- c. Desarrollo tecnológico en salud con énfasis en atención primaria y tecnologías adaptadas localmente.
- d. Investigaciones sobre la estructura y organización de prestación de servicios en salud.

### **7. Educación:**

- a. Investigación para el mejoramiento cualitativo de la educación básica.
- b. Fomento a las innovaciones y desarrollo de nuevas tecnologías en educación.

### **8. Comunicación e Información:**

- a. Homologación y estandarización de equipos y protocolos.
- b. Investigación y desarrollo de software.
- c. Diseño y desarrollo de sistemas de usuario - Red Pública Nacional de Datos.

### **9. Comercio, transporte y administración pública**

- a. Desarrollo y transferencia de tecnologías.
- b. Diseño y desarrollo de sistemas de transporte
- c. Investigación sobre modernización de la administración pública

En el área de las Ciencias Exactas y Naturales y de las Ciencias Sociales, se proponen como prioritarios los siguientes aspectos de la investigación:

- a. Investigación básica y aplicada en ciencias naturales y matemáticas.

- 
- b. Desarrollo de la organización productiva y del empleo (Economía y Sociología Industrial, Ergonomía, Estudios Ambientales, Negociación de Tecnología, Gestión Industrial y Planeación y Manejo de grandes proyectos).
  - c. Análisis socio-económicos y poblacionales.

## CONCLUSION

La internacionalización de nuestra economía nos plantea un gran reto que debe enfrentarse con audacia y creatividad. Las universidades integrando sus procesos teóricos con las necesidades reales del país. La industria propiciando un mayor acercamiento e integración con las universidades, creando unidades de investigación, utilizando y ofreciendo servicios y facilitando las visitas y prácticas en la industria, que ofrecen beneficios a ambos sectores. Los gremios y otras organizaciones profesionales identificando situaciones que ameriten investigarse y proponiéndolas como proyectos tanto a las universidades como a la misma industria. El gobierno estimulando y favoreciendo todas aquellas actividades que facilitan a nuestros investigadores lograr resultados.

Es indispensable la unión permanente de las universidades, el sector productivo y el estado para desarrollar una política concertada y estable para poder hacerle frente a la internacionalización de los mercados. El desarrollo de recursos humanos, la formación de la nueva generación de empresarios, la formación de asesores y consultores, la innovación, la creatividad gerencial, las facilidades para importar los elementos necesarios para investigar, todo esto dentro del marco de una política científico-

tecnológica apropiada nos permitirá ingresar con éxito a los mercados mundiales.

## BIBLIOGRAFIA

Bruner, J. J. "Investigación científica y educación superior en América Latina". Seminario Permanente del ICFES sobre calidad, eficiencia y equidad de la educación superior colombiana, Bogotá: marzo de 1990.

Bunge, Mario. La Investigación Científica: su método y su filosofía. Barcelona: Ed. Ariel, 1969.

COLCIENCIAS, Matriz de áreas prioritarias por sectores. Bogotá:1990.

Cook, L. G. "How to make R & D more productive", Harv. Bus. Rev., p.p. 145-153, july,-aug. 1966.

Cooper, R. G. & Kleinschmidt, E. J. "Success Factors in Product Innovation", Eng. Mang. Rev. 16(4), p.p. 19-24, dec. 1988.

Ford, D. & Ryan, C. "Taking technology to market", Harv. Bus. Rev. pp. 117-126, march-apr 1981.

Ford, D. "Develop your Technology Strategy", Eng. Mang. Rev. 17(3), pp. 16-26, Sept. 1989.

Sabino, Carlos. El proceso de investigación. Bogotá: El CID Editor, 1980.

Seminario sobre transferencia e innovación de ciencia y tecnología, Instituto de Integración Cultural, Quirama, nov. 1971.