

# **ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA CIENCIA EN CUBA DE CARA AL CUMPLIMIENTO DE LOS LINEAMIENTOS DE LA POLÍTICA ECONOMICA Y SOCIAL DEL PARTIDO Y LA REVOLUCIÓN.**

**Academia de Ciencias de Cuba\***

## **Contenido**

### **Resumen**

- I. Introducción y antecedentes.**
- II. Métodos**
- III. Resumen de la información evaluada.**
  - III.1 Potencial científico.**
  - III.2 Financiamiento.**
  - III.3 Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs).**
  - III.4 La colaboración científica**
  - III. 5 Publicaciones y patentes.**
  - III. 6.El impacto económico.**
- IV. Análisis.**
- V. Recomendaciones.**
- VI. Bibliografía**
- VII. Anexos**

**\*En la comisión que tuvo a su cargo la elaboración de este documento participaron los siguientes académicos:**

**Por la sección de Ciencias Biomédicas:** Peter Valdés y Agustín Lage.

**Por la sección de Ciencias Naturales y Exactas:** Augusto González, Luis Montero y Carlos Cabal.

**Por la sección de Ciencias Agropecuarias:** María Teresa Cornide y Lydia Tablada

**Por la sección de Ciencias Técnicas:** Norma Rodríguez y Regino Gayoso.

**Por la sección de Ciencias Sociales y Humanísticas:** Olga Fernández, Elena Díaz y Emilio García.

**Por el Consejo Directivo:** Carlos Rodríguez (coordinador) y Sergio Pastrana.

## Resumen.

La Ciencia, la Tecnología y la Innovación son hoy más necesarias que nunca para vencer los complejos desafíos que enfrenta la nación cubana. Nuestro país no puede basar su desarrollo económico en la reducida demanda doméstica, ni en la exportación de productos primarios, ni en el uso extensivo de la fuerza laboral, por lo que necesita incrementar sensiblemente la productividad del trabajo y las exportaciones de alto valor agregado. Tendrá que prever y atenuar los efectos del cambio climático y otros fenómenos naturales, utilizar de forma sustentable los limitados recursos naturales disponibles y preservar sus singulares ecosistemas para las futuras generaciones. Deberá, además, perfeccionar nuestra sociedad socialista, garantizar su seguridad y defender a toda costa la soberanía e independencia alcanzadas por nuestra Patria. Todo ello requerirá la generación y asimilación creativa de nuevos conocimientos y tecnologías avanzadas, para implementar soluciones, en muchos casos originales, adecuadas a nuestras especiales circunstancias. Los Lineamientos aprobados por el VI Congreso del PCC ratifican la concepción revolucionaria de que la Ciencia, la Tecnología y la Innovación son herramientas fundamentales para el desarrollo económico y social del país.

A partir de una recomendación de su último pleno y con el objetivo de contribuir a la actualización del Sistema de Ciencia Tecnología, Innovación y Medio Ambiente, la Academia de Ciencias de Cuba ha elaborado el presente “Análisis del Estado de la Ciencia en Cuba de cara al Cumplimiento de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución”. El informe consta de un documento central y cinco informes particulares anexos, elaborados en paralelo por las secciones de la ACC.

Los datos y valoraciones sobre el Estado de la Ciencia en Cuba, obtenidas de fuentes oficiales y públicas o de las consultas efectuadas a los académicos, presentan un panorama contradictorio, que refleja una indudable conquista de la Revolución, y también amenazas para la continuidad y ulterior despliegue de esa conquista. Contamos con un potencial científico que nació y creció con la Revolución, construyó una institucionalidad y obtuvo resultados, convirtiendo a la Ciencia en un componente importante y visible de la Sociedad Cubana. Al mismo tiempo, se registra una tendencia a la reducción de ese potencial científico, con situaciones críticas en algunas disciplinas, envejecimiento de los cuadros de mayor experiencia, insuficiente sustitución por generaciones más jóvenes, crecimiento en la emigración de personal calificado, insuficiente y tardía formación de doctores, especialmente en las ramas que tienen impacto más directo en la economía. Decece la intensidad de financiamiento, que tiene un bajo componente empresarial y se utiliza principalmente en el mantenimiento de los salarios, resultando especialmente insuficiente para los medios técnicos, con un deterioro notorio en las condiciones materiales para la investigación científica, especialmente en las áreas universitarias, y un pobre aprovechamiento de las potencialidades que ofrecen las TICs. Es baja la productividad en publicaciones y patentes, hay contracción y dispersión del intercambio con el exterior, bajo impacto económico de la mayoría de los sectores de la Ciencia, escasa traducción de la investigación científica en el componente tecnológico de nuestras exportaciones. Se aprecia una fuerte heterogeneidad en el desarrollo científico y tecnológico, con una concentración del financiamiento, los medios técnicos y la conexión con la economía en el sector de la Biotecnología. No se utiliza adecuadamente para

labores de asesoría y consulta, el potencial de una comunidad científica de alto nivel profesional y elevado compromiso revolucionario. A esta situación contribuyen con mucho peso factores externos, pero se cuenta con fortalezas internas que permitirán enfrentar con éxito los desafíos.

Para cumplir las tareas derivadas de los “Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución”, se necesitará respuesta a los dos objetivos más generales del desarrollo científico cubano en el momento actual: hacer **crecer** la actividad de Ciencia y Tecnología e Innovación y reforzar sus **conexiones** con el sistema productivo y con el sistema educacional.

El sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación de Cuba, para cumplir sus funciones y dar respuesta a las necesidades estratégicas del país, no puede ser un sistema pequeño. Tiene que crecer por delante de las demandas explícitas de la producción o los servicios. De lo contrario no estaría en capacidad de conectar eficazmente con los flujos globales de conocimiento para asimilar el progreso científico y tecnológico contemporáneo en función de nuestros objetivos. Sería un error reducir el volumen de la actividad científica con argumentos de racionalidad económica. Hay que seguir creciendo en el potencial humano, para que “hale” desarrollo y luego desplegar formas creativas de financiar su operación. Estas formas dependen en gran medida de la capacidad de construir conexiones más eficaces entre la actividad científica y las empresas estatales.

Para lograr estos objetivos generales de **crecimiento y conexiones** se formulan recomendaciones que afectan los tres componentes principales de la política científica: el potencial humano, el financiamiento y la organización y gestión del sistema.

#### A) **Potencial humano.**

- Precisar el diagnóstico sobre el estado del personal en las especialidades científicas con el fin establecer prioridades para la recuperación de las mismas. Aumentar las matrículas y graduaciones en las carreras más críticas. Establecer programas doctorales con los recursos necesarios para incrementar sustancialmente la formación de doctores jóvenes en las especialidades de mayor prioridad.
- Establecer un sistema de evaluación y estímulo efectivo a la productividad e impacto económico social de la ciencia, que permita conservar el potencial creado y contrapesar las tendencias migratorias, mejorando las condiciones de vida y de trabajo que determinan el atractivo de este sector profesional.

#### B) **Financiamiento.**

- Trazar metas nacionales superiores para el financiamiento de las actividades científicas y tecnológicas (ACT). Se sugiere alcanzar un porcentaje del PIB no menor que el 1.5%, con un 50 % procedente del sector empresarial.
- Fijar un porcentaje de la capacidad de compra en divisa del país dedicada a las ACT. Se sugiere como “cifra objetivo” para los próximos años el 1%.
- Aumentar la captación de fondos del exterior con proyectos atractivos coordinados nacionalmente, preferentemente con una componente industrial cubana, y con aliados extranjeros, de modo que se evite el predominio de los intereses foráneos.
- Los fondos en divisa procedentes del presupuesto del Estado, deberán distribuirse centralmente para financiar la Ciencia en el sector presupuestado, en función de programas y proyectos estatales, mediante un sistema transparente de convocatoria pública y evaluación, que garantice que los recursos se usen bien, se pongan en manos de los colectivos más

competentes y en los temas más importantes. Este tipo de financiamiento debe ser el predominante para las Ciencias Naturales y Exactas y las Ciencias Sociales y Humanísticas.

- Autorizar a las empresas de alta tecnología a invertir en ACT el 10% de sus ingresos en divisa, o el 20% de las utilidades antes de impuestos y al resto de las empresas el 1% de sus ingresos.
- Estimular al máximo, en función de la innovación, los vínculos de las empresas de uno u otro tipo con las universidades y centros de investigaciones, para lo cual existe un amplio menú de opciones. Ninguna de ellas tiene eficacia universal y todas son válidas en determinados casos, por lo que se requiere máxima flexibilidad, siempre que se garantice una rigurosa evaluación técnica y económica de los proyectos, así como el adecuado control y uso de los recursos. En el caso de las universidades y otros centros presupuestados estas actividades pueden generar ingresos que complementen al obtenido del presupuesto o los proyectos estatales y estimulen a los participantes.
- Propiciar el surgimiento de nuevas empresas de alta tecnología, creando esquemas de incubación adecuados, con criterios de evaluación rigurosos, que permitan diagnosticar grupos con potencialidades de cerrar el ciclo y hacerlos transitar en plazo determinado al esquema mencionado.
- Establecer formas de gestión ágiles para el aseguramiento material de las investigaciones, que permitan acceder rápidamente a los suministros y servicios de apoyo necesarios.
- Concebir con alcance regional o nacional las inversiones que se puedan realizar para la adquisición de equipos costosos y la prestación de servicios informáticos, de modo que sean utilizadas de forma eficiente por todas las instituciones de una región o del país y se eviten las duplicaciones, la subutilización de los medios o su deficiente explotación por personal incompetente.

### **C) Formas de organización y gestión del sistema.**

El Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación debe ser organizado atendiendo a la interacción de todos sus componentes y debe ser capaz de:

- Movilizar la capacidad de Ciencia, Tecnología e Innovación nacionales hacia los problemas esenciales de la sociedad.
- Organizar programas estatales de Ciencia, Tecnología e Innovación de interés nacional, regional o local. Particular relevancia tendrán aquellos programas integradores, que involucren a las instituciones científicas junto al sector productivo y otros factores vinculados a la aplicación de los resultados, en función de las prioridades del desarrollo estratégico, con objetivos a corto mediano y largo plazo que den espacio la investigación fundamental orientada, junto a la investigación aplicada, el desarrollo y la innovación.
- Estimular y favorecer el intercambio científico efectivo, nacional e internacional.
- Aumentar la consulta a expertos y la transparencia en las decisiones de asignación de recursos. Potenciar en este sentido el papel de la ACC y las sociedades científicas.
- Adoptar indicadores estables para valorar el impacto de las actividades científicas, según su naturaleza, que tengan en cuenta la práctica internacional y nuestras prioridades. Establecer los procedimientos para la evaluación de los investigadores, de las instituciones científicas y de todo el sistema de CTI, de forma periódica y sobre bases objetivas.
- Fortalecer, en un esfuerzo conjunto de las instituciones científicas y educacionales y de los medios de comunicación, el trabajo por difundir la cultura científica a toda la sociedad.

## **I. Introducción y antecedentes.**

El desarrollo científico logrado por nuestro país es parte de la obra de la Revolución, que convirtió a la Ciencia en un componente importante y visible de nuestra sociedad. Cuba no participó en las revoluciones científico- técnicas anteriores a la segunda mitad del siglo XX ni alcanzó el progreso económico y social que estas trajeron a las naciones más avanzadas del mundo. A pesar de la extraordinaria labor de algunas figuras excepcionales, la presencia de la Ciencia en la sociedad colonial y en la república neocolonial cubana era esencialmente marginal. Un conocido informe, presentado en 1950 por una comisión internacional independiente, dictaminó que “en materia de investigación aplicada y laboratorios” no había “desarrollo alguno en Cuba” [1].

La voluntad transformadora de la Revolución, simbolizada en la temprana expresión de Fidel: “El futuro de nuestra Patria tiene que ser, necesariamente, un futuro de hombres de ciencia, un futuro de hombres de pensamiento...” [2], dio lugar a una colosal labor fundacional en la Educación y la Ciencia que se inició con la Campaña de Alfabetización, la Reforma Universitaria, la refundación de la Academia de Ciencias de Cuba, la creación de numerosos centros de investigación y la formación de miles de científicos en el país y en el extranjero. Todo ello permitió a Cuba acceder en las siguientes décadas a la asimilación, el desarrollo y la aplicación de lo más avanzado de la Ciencia y la Tecnología e integrarlas progresivamente a sus programas económicos y sociales. En medio de las enormes dificultades internas y externas del Período Especial, con éxitos y con fracasos, la Ciencia devino en los años noventa un bastión de la resistencia heroica y victoriosa de nuestro pueblo. Entre los resultados más importantes se destaca el surgimiento de un creciente sector exportador de productos y servicios de alta tecnología. La Ciencia y la Tecnología son componentes esenciales de nuestros sistemas de Salud, Educación y Defensa, de varios sectores productivos, de la protección de nuestro medio ambiente, y están en la base de nuestra organización política y social. La institucionalidad resultante dio lugar a un Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, que en sucesivas etapas ha intentado integrar de forma coherente y eficiente las actividades científicas del país.

La Ciencia, la Tecnología y la Innovación son hoy más necesarias que nunca para vencer los complejos desafíos que enfrenta la nación cubana. Nuestro pequeño país requiere incrementar sensiblemente la productividad del trabajo y su capacidad exportadora, para dar respuesta a las demandas sociales, compensar el decrecimiento de la población económicamente activa y generar recursos para su ulterior desarrollo. Tendrá que prever y atenuar los efectos del cambio climático y otros fenómenos naturales, utilizar de forma sustentable los limitados recursos naturales disponibles y preservar nuestros singulares ecosistemas para las futuras generaciones. Deberá, además, perfeccionar nuestra sociedad socialista, garantizar su seguridad y defender a toda costa la soberanía e independencia alcanzadas por nuestra Patria. Todo ello requerirá la generación y asimilación creativa de nuevos conocimientos y tecnologías avanzadas, para implementar soluciones, en muchos casos originales, adecuadas a nuestras especiales circunstancias.

Los Lineamientos aprobados por el VI Congreso del PCC ratifican la concepción revolucionaria de que la Ciencia, la Tecnología y la Innovación son herramientas fundamentales para el desarrollo

económico y social del país y les asignan misiones concretas, entre ellas la de actualizar el propio Sistema de Ciencia Tecnología, Innovación y Medio Ambiente existente [3].

El último pleno de la Academia de Ciencias de Cuba, en cumplimiento de la función asesora de esta institución [4], recomendó la realización de un diagnóstico sobre el estado de la Ciencia en Cuba, que contenga la visión y recomendaciones de los académicos sobre el tema. Dicha propuesta responde a la percepción generalizada de que, a pesar de los éxitos indudables de la Ciencia cubana, existen importantes insuficiencias, dificultades y amenazas externas que es necesario identificar de forma precisa, para enfrentarlos y cumplir con éxito las misiones encomendadas.

Al implementar esta recomendación, el Consejo Directivo de la ACC consideró que un diagnóstico detallado y exhaustivo tendría muchos requerimientos metodológicos y podría tomar bastante tiempo. Sin embargo, en el corto plazo, parecía posible producir un informe objetivo, oportuno y enfocado hacia los asuntos principales, que contribuya a los análisis que en el próximo año tendrán lugar sobre estos temas en nuestro país. Para ello, se decidió tomar como guía el análisis del estado de la Ciencia en nuestro país de cara al cumplimiento de los Lineamientos más directamente relacionados con la Ciencia, la Tecnología y la Innovación.

El informe consta de un documento central y cinco informes particulares anexos, elaborados en paralelo por las secciones de la ACC. Cada sección creó una comisión que preparó su informe y lo sometió al criterio de sus miembros. Estas comisiones trabajaron en coordinación con una comisión central que sostuvo dos reuniones de análisis de los borradores del documento central y encargó su redacción final a un equipo de tres académicos. El Consejo Directivo de la ACC analizó la marcha de la tarea en sus reuniones mensuales.

El documento central se concentra en aspectos generales y con frecuencia polémicos: el potencial científico, el financiamiento de la Ciencia, la colaboración científica, el uso de las TICs, las publicaciones y patentes, el impacto económico de la Ciencia y las formas de gestión de las actividades científicas. En la sección II se describen los métodos utilizados. En la sección III se presenta la información obtenida de los datos publicados en fuentes oficiales y públicas o de las consultas efectuadas a los académicos. En la sección IV se analizan las posibles causas de los problemas identificados y en la V se formulan algunas propuestas de solución. La sección VI relaciona la bibliografía consultada y citada.

## **II. Métodos.**

El procedimiento seguido para la elaboración del documento central fue el siguiente:

1. Análisis de los Lineamientos del Partido relacionados con la Ciencia, la Tecnología e Innovación, especialmente los de carácter más general (Capítulo V).
2. Búsqueda bibliográfica. Se consultaron 53 trabajos (Sección VIa) que contienen información cuantitativa y valoraciones de interés sobre la ciencia cubana e internacional. Esta información está disponible a solicitud en la base de datos Mendeley.

3. Resumen de la información cuantitativa primaria relevante. En este informe sólo se refieren los indicadores más significativos contenidos en la bibliografía citada (Sección VIb). Las principales fuentes consultadas fueron:
  - a) Estadísticas oficiales cubanas publicadas por la ONEI, el MINSAP. El CITMA y el MES.
  - b) Estadísticas de otros sistemas publicados por UNESCO, RICYT, OMPI, OECD, etc.
  - c) Datos sobre publicaciones obtenidas de las bases de datos SCOPUS y MEDLINE. A estos efectos resultó de gran utilidad el proyecto SCIMAGO.
4. Recepción de planteamientos sobre problemas, valoraciones y preguntas a responder.
5. Entrevistas para obtener valoraciones de los datos y evaluaciones cualitativas.
6. Elaboración del borrador del informe.
7. Revisión del borrador
8. Discusión en la comisión central.
9. Recepción de propuestas de modificaciones de los miembros de la comisión central.
10. Redacción de la versión final.

Antes de continuar, es necesario señalar que el sistema estadístico de la ciencia cubana debe ser perfeccionado, mejorando su coherencia interna y compatibilidad internacional, para que pueda ser utilizado de forma más efectiva en la toma de decisiones. Por las limitaciones de las fuentes estadísticas, en el presente análisis no siempre ha sido posible desagregar los datos por sectores o ramas de la Ciencia ni realizar comparaciones con otros países.

### **III. Resumen de la información evaluada.**

#### **III.1 Potencial científico**

El potencial científico creado constituye uno de los principales logros de la Revolución en el campo de la Ciencia. Su preservación y desarrollo son condiciones indispensables para continuar avanzando. Existen fundadas preocupaciones sobre el estado actual y previsible evolución de este potencial, por lo que el asunto estuvo en el foco de análisis de todos los académicos participantes.

El sistema de la Ciencia cubana contaba al cierre de 2011 con 100 515 trabajadores físicos, de los cuales 4 618 son investigadores categorizados (descendió un 15 % desde 2009). En estas cifras se incluyen todos los trabajadores de las 231 ECIT (30 694), del CITMA (11 191) y todos los profesores de todos los centros de educación superior del país, adscritos o no al MES (58 700)[5].

Un indicador internacional útil para comparaciones entre países es el porcentaje de trabajadores físicos en actividades de I+D con respecto a la población económicamente activa (I+D/PEA). Entre 1990 y 2003, Cuba mantuvo un valor del I+D/PEA relativamente estable y superior a la media latinoamericana [2]. Sin embargo, entre 2005 y 2010 el indicador disminuyó de 1,15 a 1,00, según la tabla 1 de [5]. En el año 2009, último reportado por el RICYT [7] el I+D/PEA de Iberoamérica era del 2,52, el de América Latina 1,64 y el de Cuba 1,05.

El principal indicador internacional utilizado para evaluar la calificación del potencial científico es el número de doctores. Hasta 2011 la CNGC había otorgado 12 281 títulos de Doctor (incluyendo

323 de Doctor en Ciencias). El 15,8% corresponde a especialidades de Ciencias Naturales y Exactas, el 18,5 % a las Ciencias Técnicas, el 11.2 % a las Ciencias Biomédicas, el 11, 3% a las Ciencias Agropecuarias, el 41, 5% a las Ciencias Sociales y Humanísticas (incluidas las Ciencias Económicas 5,8 % y las Pedagógicas 22,4%) y el 1,6 % a las Ciencias Militares. (Fuente CNGC).

No se dispone de datos acerca del % de investigadores que poseen un doctorado. La proporción que representa el número de total de doctorados defendidos con respecto al total de investigadores es mayor en Cuba (0,07) que en América Latina (0,03). Sin embargo, en casi todas las especialidades, excepto las Ciencias Pedagógicas, es mucho más baja y próxima a la media latinoamericana, que a su vez es muy baja con respecto a la de los países mas avanzados.

En efecto, la figura 1 muestra la distribución por grupos de especialidades de los 5992 doctorados defendidos entre 1996 y 2010. Se aprecia una tendencia al crecimiento del número total de defensas, que ya es superior alas 600 anuales. Sin embargo, se evidencia una desproporción notable por áreas de la Ciencia. La cifra se mantiene estable o con tendencia a disminuir en valores próximos a 50 por año en casi todos los grupos de especialidades. En algunas disciplinas hay un franco deterioro. Sólo las Ciencias Pedagógicas, experimentan un rápido crecimiento y ya han sobrepasado las 250 defensas anuales. Según datos registrados por RICYT, en el año 2009 el porcentaje de doctorados en Ciencias Sociales y Humanísticas alcanzó en Cuba el 61,71 %, mientras que en Iberoamérica la cifra fue de sólo un 35, 92 % [7]

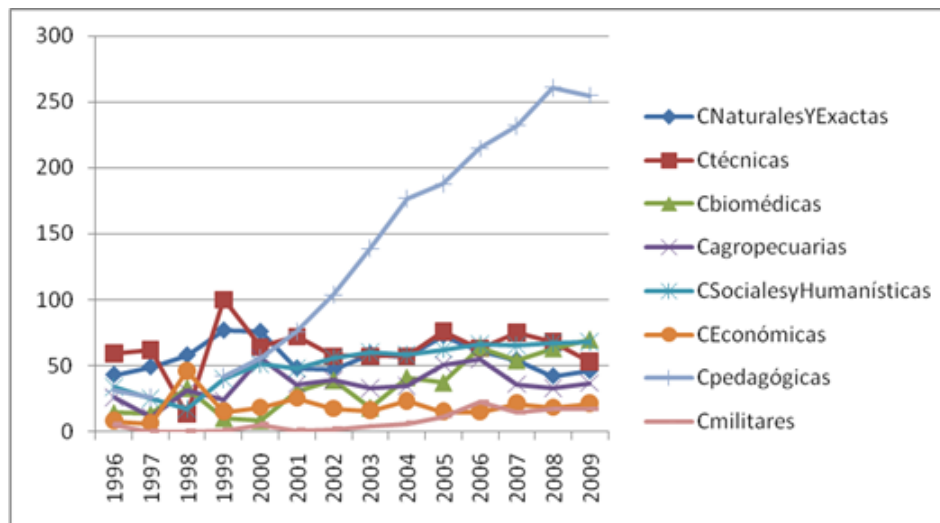


Figura 1. Defensas de Doctorado por ramas de la Ciencia en Cuba[3].

Parecen existir diferencias de criterio en el otorgamiento de doctorados en los distintos grupos de especialidades. Eso sugiere la figura 2, que presenta el cociente del número de documentos registrados en SCOPUS entre las defensas por ramas de la Ciencia. Se aprecia una aguda falta de correspondencia entre ambas cifras.



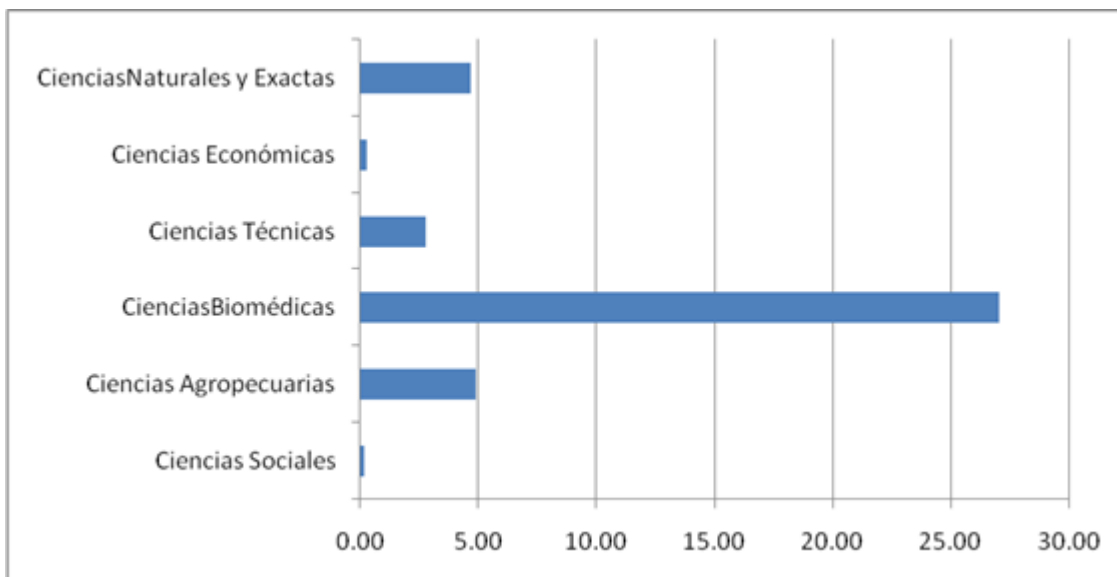


Figura 2. Cociente del total de documentos en SCOPUS entre el de doctorados defendidos en Cuba durante el periodo 1996-2009 por ramas de la Ciencia

Otro aspecto a tomar en cuenta es que en Cuba, las defensas de doctorado no tienen lugar al comienzo de la carrera científica de los investigadores, sino mucho después. En un estudio de esta problemática [8] se encontró que la edad media de defensa en los distintos sectores oscila entre 40 y 47 años con una media general de 44 años. En comparación, la edad promedio del doctorado en Alemania ha sido de 33 años durante los últimos 3 años (<https://www.destatis.de/EN/FactsFigures/SocietyState/EducationResearchCulture/InstitutionsHigherEducation/Tables/GroupsExaminationsSexAverageAge.html>). Por tanto, el Doctorado en Cuba no es un vehículo de formación y principal cantera de los futuros investigadores. En la gran mayoría de los países la carrera de investigación o docencia universitaria comienza después del doctorado. Suele considerarse que los años más productivos de un investigador son los diez posteriores a su doctorado. Las defensas tardías alejan ese período de alta productividad de la etapa de máxima energía creadora de las personas.

Hay que mencionar que buena parte del trabajo de laboratorio en muchos de los doctorados en Ciencias Naturales y Exactas, Ciencias Técnicas y otras disciplinas experimentales se realiza en centros extranjeros. Generalmente, esto constituye una necesidad, dadas nuestras carencias materiales, a la vez que nos permite incorporar las experiencias y conocimientos de nuestras contrapartes. Sin embargo, supone ajustar los temas de tesis, al menos parcialmente, a los intereses de las instituciones extranjeras y disminuye la posibilidad de que la ejecución de la tesis contribuya a proyectos nacionales y a desarrollar la base material de los laboratorios cubanos. Un mejor equilibrio podría alcanzarse con un apoyo a los doctorados nacionales que estimule la realización en Cuba del trabajo experimental.

En aras de la brevedad, se han presentado sólo los datos de la formación de doctores. Pero no sería fácil incrementar el número de doctores si no se dispone de una amplia cantera de graduados de la Educación Superior para seleccionar. Es conocido que las cifras de matrícula y graduados en las especialidades de Ciencias Técnicas, Ciencias Agropecuarias y Ciencias Exactas y Naturales se han mantenido por mucho tiempo a niveles relativamente bajos. El número de plazas otorgadas y los propios procesos de formación están limitados por la carencia de laboratorios, materiales y otros recursos. El interés de los jóvenes por estas carreras parece haber disminuido.

Otro aspecto consultado ha sido el estado de conservación de las disciplinas. El país requiere la balanceada existencia de una gran variedad de disciplinas científicas, con un mínimo de especialistas en cada una. La formación de especialistas y doctores suele tener carácter tutorial, de modo que, si se extingue una disciplina, se requiere comenzar de nuevo (como en la década de los 60), formando especialistas en el extranjero. Existe preocupación común en las entrevistas acerca de que se ha llegado a la extinción de algunas disciplinas y de que otras están en peligro. Se identifican los siguientes aspectos fundamentales de este fenómeno:

- Envejecimiento de los cuadros de mayor experiencia.
- Insuficiente captación de jóvenes investigadores.
- Tardanzas en el entrenamiento de los mismos.
- Fuga de talentos hacia otros sectores económicos o al extranjero.

Cuba se ha ido haciendo cada vez más vulnerable al llamado “drenaje de cerebros” (“braindrain”). Según el Reporte Mundial de La Ciencia de la UNESCO del 2010 (página 85) Cuba es, después de Nicaragua, la de mayor porcentaje de universitarios entre sus emigrados. Esto también está reflejado en otros documentos [9], [10](ver Tabla 1). Debe tenerse en cuenta que muchos países emisores de la tabla 1 son también grandes receptores, lo cual no es el caso de Cuba. Además, todos tienen mayor población. Estas pérdidas tienen una expresión crítica en algunas disciplinas específicas.

Reino Unido	1 277	Vietnam	357
India	1 005	Polonia	327
Filipinas	902	Italia	295
Alemania	884	Irán	286
China	718	Japón	285
México	475	China Taipei	264
Canadá	426	Rusia	256
Estados Unidos	413	China Hong Kong	251
Corea del Norte y del Sur	383	Cuba	223
Francia	362	Argelia	215

Tabla 1. Los 20 mayores emisores de personal altamente calificado hacia países de la OECD [5]. La tabla presenta miles de emigrados universitarios de los países relacionados hacia los de la OECD hasta el año 2003. No está normalizado por el tamaño de la población del país.

En un estudio de este fenómeno en la Universidad de la Habana [11] se llega a la conclusión “en el momento de la emigración, 147 profesionales (20,1%) habían alcanzado el grado científico de Doctor, la mayoría de los cuales se habían beneficiado del intercambio académico en ese sentido. Al igual que en el caso de los (profesores) titulares este porcentaje es significativo y resulta importante tenerlo en cuenta por ser profesionales con una calificación al máximo nivel, en todos los casos formados por el país y necesarios para su desarrollo científico”[11].

Un análisis con los académicos subraya que el éxodo de personal, ya sea explícito u oculto, tiene una importancia económica (se está contribuyendo a financiar los sistemas de I+D de otros países) y está vinculado entre muchos factores a:

- Carencia de condiciones para realizar investigaciones en Cuba, producto del deterioro de la infraestructura, la obsolescencia del equipamiento y la falta de suministros, determinados por el bajo nivel de financiamiento durante muchos años.
- Carencia de un nivel salarial y condiciones de vida adecuados, en estos momentos por debajo de otros sectores del país, que sustente los proyectos de vida, especialmente de las generaciones más jóvenes. Además, dentro del sector no existe un sistema de pago por resultados que diferencie y estimule a los científicos más productivos con respecto a aquellos que no lo son.
- Falta de procedimientos ágiles y efectivos que permitan aprovechar el financiamiento disponible, incluyendo la contratación de fuerza de trabajo flexible y temporal según necesidades.
- En muchos casos, la colaboración científica con el exterior no se negocia en el marco de programas nacionales, sino de forma fragmentada y sin respaldo financiero, por lo que suelen prevalecer las condiciones de intercambio impuestas por la parte extranjera.

El fenómeno de drenaje de talento no se limita a la emigración al extranjero. Hay un número importante de científicos cuya labor de investigación responde a las líneas establecidas en laboratorios extranjeros, un drenaje “oculto” de talento. Otra modalidad, impulsada por los bajos salarios, es el caso de investigadores que buscan solucionar sus problemas económicos con actividades paralelas. El impacto de este último fenómeno aún no se aprecia en toda su magnitud, pero podría ser creciente, dada la tendencia al incremento del trabajo por cuenta propia en el contexto de la reestructuración de la economía cubana.

Otro concepto importante es el del “desperdicio de cerebros” (“brainwaste”) [12] en el cual se emplea a graduados universitarios en un nivel inferior para el que han sido capacitados. Aunque no existe un estudio global, la experiencia de los directivos de centros de investigación indica que este ha sido un factor importante en el deterioro de las especialidades, sobre todo hacia el interior del país. El actual reacomodo de la economía cubana a favor del sector no estatal, puede acelerar la descapitalización del sector de Ciencia y Educación Superior.

Existe una brecha generacional, con una distribución por edades en dos extremos: los próximos a retirarse y los investigadores muy jóvenes, estos con mucha movilidad. En algunas disciplinas básicas esta situación es más alarmante. Para solo poner dos ejemplos sobresalen las Matemáticas

en las Ciencias Exactas y las Ciencias Morfológicas en la Biomedicina (para un estudio más profundo ver los anexos relacionados con las distintas ramas de la Ciencia).

En las universidades, que son los centros por excelencia para la formación de científicos de alto nivel, se aprecia un envejecimiento sensible y un bajo porcentaje de doctores en la masa profesoral, así como el deterioro de la base material de estudio e investigación. Esto limita la posibilidad de establecer una forma de vínculo con las empresas, existente en muchos países, que consiste en desarrollar en las universidades tesis doctorales sobre problemas de interés para la empresa, con el financiamiento y apoyo de ésta.

**En resumen, los datos presentados y las consultas efectuadas sobre el potencial científico muestran los siguientes problemas:**

- 1. El potencial científico disminuye en valor absoluto y también en comparación con AL.**
- 2. Algunas disciplinas se han extinguido y en otras se aprecia un debilitamiento extremo.**
- 3. La formación de doctores en la mayoría de las especialidades es insuficiente y tardía, de manera que no logra remplazar las bajas que se producen.**
- 4. Existe falta de correspondencia entre el número de doctores formados y la producción científica (expresada en documentos citables) en las distintas ramas de la Ciencia.**
- 5. En muchas especialidades la cantera para la formación de doctores está muy limitada por las bajas matrículas y graduaciones de la Educación Superior.**
- 6. La capacidad de regeneración del potencial científico está muy afectada, particularmente en las universidades, con peligro de una pérdida irreversible en algunas especialidades.**
- 7. Los salarios son bajos y no existe un sistema adecuado de estímulo a la productividad del trabajo científico.**

### **III.2 El financiamiento.**

El principal indicador utilizado a nivel internacional para evaluar el financiamiento de la Ciencia es el porcentaje del PIB dedicado a las actividades de investigación y desarrollo tecnológico (I+D/PIB). La evolución de este indicador en Cuba se presenta en la tabla 2. Como comparación se presentan los datos de América Latina y el Caribe (ALC), Iberoamérica (IA) y los Estados Unidos (EUA). En los últimos 15 años Cuba se mantiene por debajo de la media de ALC. En el 2009 Cuba tuvo un I+D/PIB de 0,64%, América Latina 0,69 % e Iberoamérica 0,87 % [3]. Esto ha sido analizado además en el Reporte Mundial de la Ciencia (pagina19)[13]. La tabla también presenta el porcentaje del PIB dedicado a actividades científicas y tecnológicas en general (ACT/PIB), en el que hasta 2005, Cuba se mantenía por encima de la media de ALC, situación que se ha invertido en los últimos años.

El análisis de estos datos se complica pues no están desagregados los gastos en salarios (CUP) y los gastos en literatura, reactivos, equipos, estancias (CUC). Es probable que la mayor parte de los gastos en CUC de la Ciencia estén concentrados en algunos sectores tales como la Biotecnología.

Inclusive en estas áreas existe una reducción en el financiamiento de actividad de investigación. Las llamadas investigaciones básicas reciben sólo el 10 % de este financiamiento

	1996	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
CUBA- ACT	0.77	0.82	0.92	1.01	0.88	0.97	0.87	0.94	0.92	0.84	0.68	0.72	0.80	0.93	1,01
CUBA- I+D	0.37	0.43	0.54	0.49	0.44	0.52	0.52	0.54	0.56	0.50	0.41	0.43	0.48	0.64	0,61
ALC- ACT	0,92	0,77	0,96	0,73	0,80	0,78	0,76	0,76	0,78	0,81	0,91	1,09	1,15	1,26	
ALC- I+D	0,50	0,52	0,56	0,55	0,55	0,56	0,55	0,54	0,53	0,57	0,55	0,62	0,65	0,69	
IA- I+D	0,58	0,58	0,64	0,64	0,61	0,61	0,65	0,68	0,68	0,71	0,74	0,79	0,81	0,87	
EUA- I+D	2,52	2,55	2,58	2,64	2,73	2,74	2,64	2,64	2,56	2,59	2,63	2,69	2,77	3,04	

Tabla 2. Evolución del % del PIB dedicado a ACT y I+D de 1996 a 2010. [7]

Otra particularidad es que el financiamiento es esencialmente distribuido por las instancias centrales del Estado (ver Figura 3). Ha disminuido el aporte empresarial. Este refleja el vínculo débil entre algunos sectores de la Ciencia y la economía nacional. No existen mecanismos para la contratación de capacidades de I+D por las empresas. En el 2009 la fracción del financiamiento empresarial a la I+D alcanzó en Cuba el 15 %, América Latina el 43,33 %, en Iberoamérica el 43,42 % y en los Estados Unidos el 68,1 %. [7].

También, se presentan dificultades para evaluar las inversiones, por falta de información desagregada. Lo reportado es que aumentan desde 40.8 millones en el 2005 hasta 72.0 en el 2010. (Tabla 14 de[5]). Se estima que buena parte de estas inversiones corresponden al incremento de las capacidades productivas en el sector de la Biotecnología. Sin embargo, el financiamiento para la adquisición de equipamiento analítico de investigación en este sector ha sido cada vez menor, lo cual ha conducido a la obsolescencia de varias técnicas.

En todos los demás sectores las inversiones se mantienen a un nivel muy bajo, dando lugar en muchos centros a la obsolescencia y el deterioro de la infraestructura básica de investigación. Esto es muy crítico en las universidades, porque afecta la capacidad de brindar un entrenamiento adecuado de las nuevas generaciones y orienta la investigación de muchos profesores hacia la colaboración con el extranjero, debido la imposibilidad de trabajar en las instalaciones depauperadas o no funcionales. El proyecto LUCES, financiado por el MES en la UH, y el proyecto CEAC, promovido por el Consejo de Estado, constituyen dos importantes excepciones dentro de este panorama.

En el sector de la Biotecnología, con la creación de la OSDE, se vislumbra una solución al problema del financiamiento. No es así para el resto de los sectores. Aún quedan por crear mecanismos de financiamiento de la Ciencia cubana que movilicen el potencial existente para el desarrollo económico y social del país.

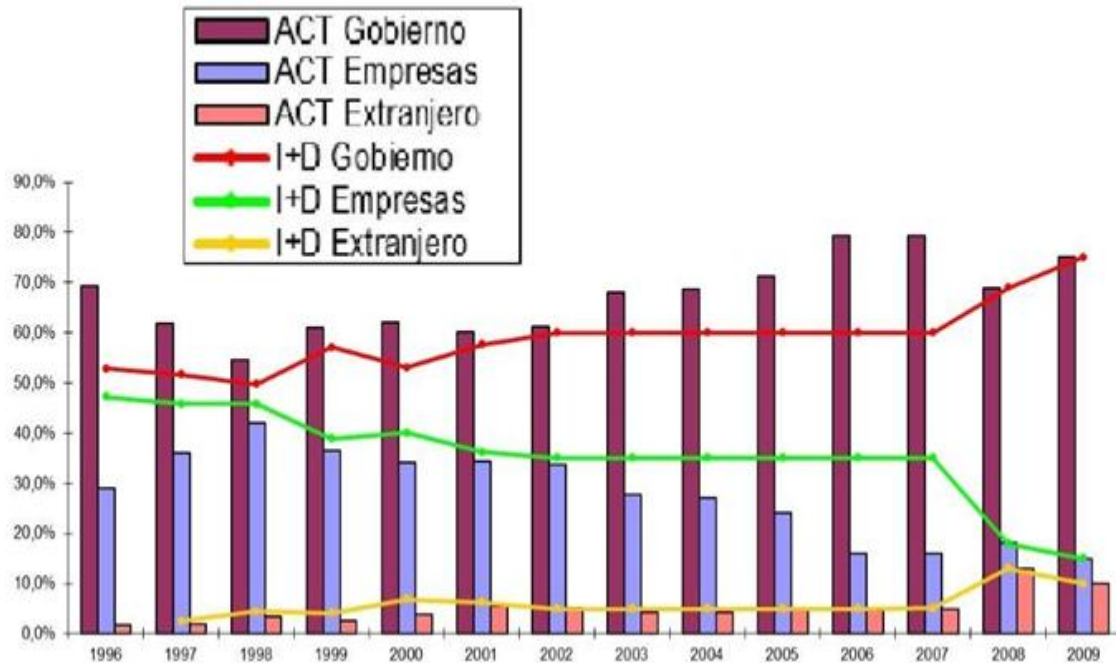


Figura 3. Gastos en Ciencia y Tecnología por sector de financiamiento (%) 1996-2009[10]

Un posible apoyo al financiamiento de la Ciencia pudieran ser los proyectos y donativos internacionales, que resultan vitales para muchos países. En relación con este tema hay mucha preocupación de los académicos acerca de las recientes regulaciones, más encaminadas a evitar la inducción de inversiones ocultas, que a fomentar la captación de divisas por esa vía. En la opinión de los académicos consultados el peligro real es que la búsqueda del financiamiento externo no se realice activa y agresivamente con programas multidisciplinarios y multisectoriales, y que por el contrario primen intereses aislados que impidan posiciones fuertes como país y una integración de la Ciencia cubana con sus contrapartes industriales. Adicionalmente, en muchos casos resulta imposible planificar los proyectos pues corresponden a llamados muy competitivos y cuya aceptación resulta difícil de prever.

Otro elemento importante que aflora en las consultas realizadas, es que aun cuando se disponga de financiamiento, se carece de formas de gestión ágiles que permitan acceder en corto tiempo a los suministros (cristalería, reactivos, materiales, refrigerantes, gases, piezas, dispositivos electrónicos, accesorios de computación, etc.) y servicios de apoyo. Muchas de estas necesidades, se destaca, son muy difíciles de planificar.

**En conclusión, el Sistema de Ciencia y Tecnología se encuentra insuficientemente financiado, especialmente en relación con el potencial humano creado y el desarrollo tecnológico alcanzado, con muy bajo aporte del sector empresarial, débil financiamiento externo y mecanismos muy pocos ágiles para el uso de los recursos financieros disponibles. La investigación experimental en las universidades se ha debilitado mucho, con un efecto negativo sobre la formación de profesionales y científicos y sobre el impacto nacional de su labor científica.**

### III.3 Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs).

Entre los recursos necesarios para la Ciencia, las TICs ocupan un lugar muy especial, por la extraordinaria revolución que han producido en la forma de organizar y llevar a cabo las actividades científicas y tecnológicas. De acuerdo al Informe Mundial de la Ciencia (UNESCO 2010), las TICs, junto a una adecuada conectividad y acceso a Internet, tienen un papel decisivo en la Ciencia y Tecnología porque:

1. Son la base de la automatización y robotización modernas de procesos industriales y tecnológicos que conducen a la elevación de la productividad y superior calidad.
2. Permiten el rápido acceso a literatura científica actualizada.
3. Contribuyen al intercambio entre científicos y a la integración de la comunidad internacional. (Debe destacarse que el intercambio de información no se da solo a través de documentos de texto sino mediante de imágenes, vídeo, software, por lo que se requiere disponer de una buena conectividad para lograrlo).
4. Permite el acceso a bases de datos internacionales esenciales para la ciencia moderna. (Por ejemplo los datos del Genoma Humano y el Mapeo Cerebral Humano.)
5. Permiten usar la geolocalización, cualidad muy importante en muchas aplicaciones y servicios de la ciencia moderna.
6. Ofrece a nivel nacional e internacional una solución económica al intercambio científico, habiendo incluso emergido el concepto de “colaboratorio” como agrupación virtual de científicos dispersos geográficamente. (En muchos casos, el beneficio mayor de un viaje de un científico cubano al extranjero es poder disponer de un buen acceso a Internet).
7. Constituye una importante fuente potencial de ingresos derivados de la actividad científico técnica, por la venta de productos o servicios informáticos.
8. Es una herramienta esencial para la dirección del sistema de C y T y su integración a la sociedad.
9. Facilitan la ubicuidad del trabajo del científico y de los servicios que la ciencia puede prestar por el acceso en tiempo real, y desde disímiles locaciones, gracias a la movilidad de la conectividad y de los nuevos dispositivos. Por ejemplo, el uso teledirigido de equipamiento científico y el acceso a facilidades de cálculo remotas.
10. Permite un ahorro considerable de recursos. Por ejemplo, una adecuada conectividad nacional permitiría consolidar los recursos bibliográficos de todas las instituciones nacionales y evitar duplicaciones innecesarias.

De acuerdo a los datos del Informe Mundial de la Ciencia (UNESCO 2010) el número de usuarios de Internet en Cuba en 2008 era de 12, 94 por cada 100 habitantes, bien por debajo de la media mundial (23,69), de la de América Latina (28,34), y la de los países en desarrollo (17,41)

**Las limitaciones objetivas en el uso de las TICs y muy especialmente en la conectividad y acceso a Internet constituyen en este momento un freno mayor al desarrollo y la efectividad de la C y T cubanas y a su contribución a la sociedad.**

### III.4 La colaboración científica.

Sobre este acápite se han logrado compilar pocos datos cuantitativos. Sin embargo, la opinión de la mayoría de los académicos es que el nivel de intercambio científico nacional ha disminuido sensiblemente en la última década, con un debilitamiento de las sociedades científicas y un menor intercambio de personal por dificultades de transportación y alojamiento. Ello es un obstáculo serio a la coordinación de investigaciones conjuntas, incluyendo aquellas que puedan tener un impacto económico beneficioso. Esto perjudica particularmente a las instituciones que no radican en La Habana, acentúa la concentración de la Ciencia en la capital y afecta su capacidad de incidir en las particularidades territoriales.

El caso de la reducción de facilidades de alojamiento para complementar la logística de las organizaciones de la Ciencia, dígase: actividades de trabajos fuera de la provincia y realización de eventos, así como el desestimulo de los encuentros científicos nacionales son ejemplo de medidas que en lo general pueden generar ahorros a corto plazo, pero no toman en cuenta la especificidad de la Ciencia, ni su efecto económico a largo plazo. Es preciso buscar soluciones sustentables a la necesidad de intercambio científico nacional.

Igual suerte ha tenido el intercambio directo con el exterior:

- Existen dificultades para la invitación a especialistas extranjeros de alto nivel a trabajar en Cuba durante períodos más o menos largos, por falta de un financiamiento mínimo y otras restricciones. Hay sectores completos que en un momento de su desarrollo se beneficiaron mucho de esta forma de intercambio, que adquieren particular importancia donde no se ha tenido, o se ha perdido la masa crítica de especialistas.
- La limitación de fondos para financiar algunos gastos básicos de los misioneros en el exterior (actividad esencial para mantener una soberanía científico-tecnológica) conlleva a que las prioridades las impone la contraparte.
- Algunos OACE han limitado, por regulaciones internas, el intercambio científico con el extranjero, aun cuando cuente con el financiamiento necesario.
- En ocasiones algunos OACE consideran el financiamiento que se le otorga a los becarios cubanos como una fuente de ingresos sin tomar en cuenta los costos de estancia en los distintos países. Sin un análisis adecuado este tipo de política limitará el desarrollo de diversas disciplinas o agravará su situación.
- Asimismo hay grandes dificultades para la participación en sociedades y congresos en el exterior, donde en las últimas décadas se han perdido espacios anteriormente ganados.
- Estas dificultades se extienden a la participación de cubanos en congresos y seminarios internacionales celebrados en Cuba, lo cual resulta una especie de auto bloqueo interno. Las ideas se crecen en la Ciencia en la medida que se intercambian y debaten, lo cual se registra como unos de los elementos dinamizadores de la Ciencia a partir de que las comunicaciones, las publicaciones



y los eventos inicios del siglo XX incrementaron el intercambio entre científicos de diversos países y disciplinas.

- Un indicador del progresivo debilitamiento del intercambio con el exterior es la disminución de la realización de doctorados de extranjeros en Cuba que disminuyó de unas 200 defensas en el año 1987 a alrededor de 5 en el 2011 [15].

**En conclusión, varias modalidades de intercambio dentro de la comunidad científica cubana y con la comunidad internacional se han debilitado, con un impacto negativo sobre las actividades científicas.**

### **III.5 Publicaciones y patentes.**

Las publicaciones científicas y las patentes son los indicadores más utilizados internacionalmente para cuantificar la producción científica de un país. Las primeras caracterizan la generación de nuevos conocimientos y las segundas las invenciones.

Desde el año 2005 hasta el 2011 el número de patentes solicitadas nacionalmente disminuyó de 73 y 89 en los años 2005-6 a 63 y 62 en el 2010-2011 respectivamente. A su vez, el coeficiente de invención ( $100\ 000 \times$  número de patentes/habitantes) ha disminuido de 0.65 a 0.55 en el 2011. Tabla 16 de [5]. Igual descenso se observa para el coeficiente de invenciones para modelos industriales que fue 0.13 en el 2005 y llegó a 0.07 en el 2011. Tabla 17 de [5]. En el año en que es posible comparar (2009) el coeficiente de invenciones de Cuba es 0.52, el de América Latina 1.72, y el de Iberoamérica 2.22 [7].

Muchos centros en nuestro país no pueden mantener las patentes que han registrado, fundamentalmente en el exterior, por carecer de presupuesto para los gastos que ello implica. Ni las instituciones, ni los investigadores se sienten estimulados a proteger los resultados que obtienen y muchos adoptan la alternativa de publicarlos. Sin embargo, la ausencia o pérdida de los derechos de propiedad industrial puede determinar un punto débil en las negociaciones que incluyan el producto respaldado por a la forma de Propiedad Industrial (PI) de que se trate.

De acuerdo a la Figura 3 se aprecia un desbalance entre los sectores de la tecnología, cuyas razones ser objeto de análisis en documentos posteriores. Nótese que más del 60 % de las patentes corresponden al sector de la biotecnología y los productos farmacéuticos y esto indica que las salidas de estas investigaciones han tenido un impacto que es posible medir en objetos y/o productos novedosos con valor comercializable.

Independientemente de los logros obtenidos en todos los sectores de la Ciencia, se hace necesario hacer hincapié en la disminución alarmante mostrada por la figura 4, donde todos los elementos relacionados con PI tienen una seria tendencia a la disminución. En el caso de las marcas a pesar de haberse mantenido relativamente estable durante la mayor parte del período representado a partir del año 2008 comienza una caída y se hace notar la caída mucho más ruidosa de las patentes; en el caso de los modelos industriales su notable descenso comenzó desde el 2006.

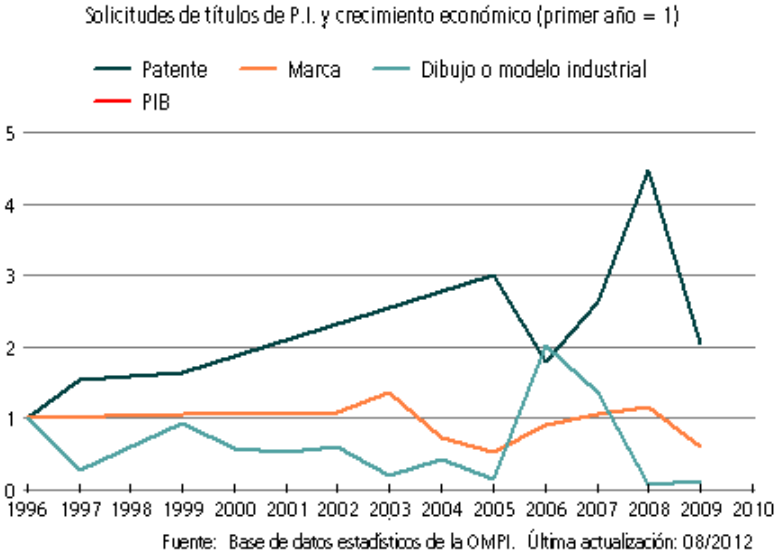
Sería recomendable conocer, además del número de patentes solicitadas y otorgadas, cuántas se han utilizado, pero en este momento no se dispone de ese estudio. Sin embargo, teniendo en cuenta que más del 60% corresponde a un sector con una fuerte actividad productiva y comercializadora, puede presumirse que la mayoría de esas patentes integran las estrategias de negocios de las instituciones correspondientes.

Solicitudes de patente, por principales sectores de la tecnología (1996 - 2010)



Fuente: Base de datos estadísticos de la OOMPI. Última actualización: 08/2012

Figura 3: Solicitudes de patentes por sectores de la tecnología (1996-2010) WIPO



Fuente: Base de datos estadísticos de la OOMPI. Última actualización: 08/2012

Figura 4. Comportamiento del ritmo de crecimiento del PIB y de las solicitudes de patentes, marcas y modelos industriales en el período 1996-2009 [5]

Para las publicaciones, existe información pública en las bases de datos internacionales (SCOPUS, MEDLINE; Web of Science). Del análisis del sitio del proyecto SCIMAGO se puede apreciar el crecimiento generalizado del número de publicaciones en todos los países y en todas las especialidades. Lo importante en este caso es comparar tendencias. Para ello se normalizó la producción de publicaciones en cada país de América Latina con respecto al año 1996. Ello permitió calcular la media y desviación estándar de la región. Estos datos se muestran en la Figura 5. Se puede notar que a finales de la década de los 90, Cuba estuvo en el extremo superior de la región. A partir del año 2002 se observa un descenso alrededor de la media de la región, (terminando ligeramente por debajo del promedio y lejos de los líderes de la región) lo que señala una disminución de la tasa de crecimiento de la producción científica.

En la figura 6 se muestra la distribución por sector de la Ciencia de la producción científica cubana. Se aprecia el predominio de la Biomedicina y de las Ciencias Naturales y Exactas. El nivel de publicaciones en los demás sectores es muy bajo, aunque la tendencia de las Ciencias Agrícolas y las Ciencias Sociales y Humanísticas es a ir en aumento. Debe destacarse que al interior de cada sector hay grandes diferencias entre unas ciencias y otras y entre disciplinas de una misma ciencia. También se presentan diferencias en cuanto al tipo de revistas en que se publica.

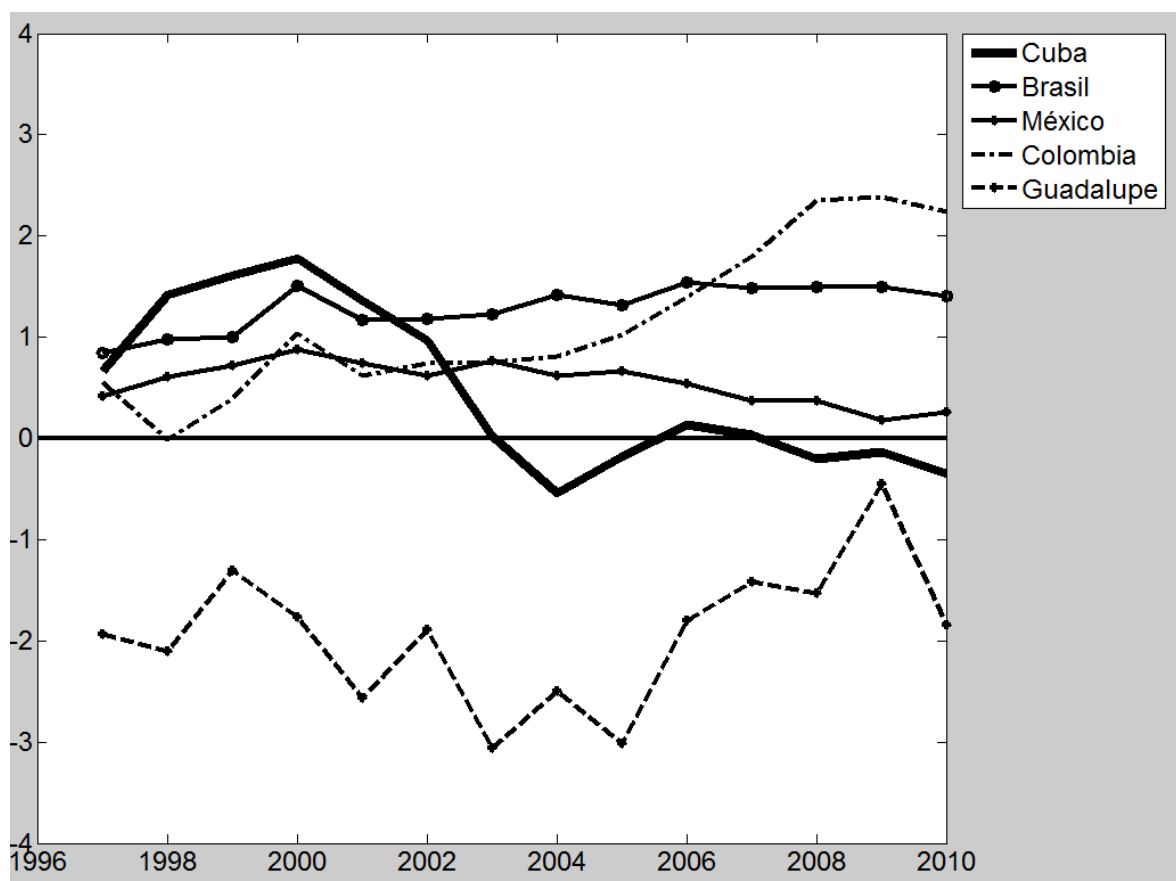


Figura 5: Comparación de la tasa de crecimiento de la cantidad total de publicaciones cubanas con respecto a las de varios países latinoamericanos (Fuente: Scimago basado en SCOPUS). El número de publicaciones de cada país se estandarizó con respecto al año 1996. En cada año se resta la media y se divide por la desviación estándar de la región. Nótese que, en pleno Período Especial, Cuba estaba por encima de los países de la región. En la actualidad se encuentra por debajo de la media de estos.

El número de publicaciones no es un indicador directo de la utilidad social de la Ciencia, pero es insoslayable evaluar la generación de nuevos conocimientos, uno de los ingredientes básicos para el desarrollo de nuevas aplicaciones y productos de alto valor agregado. Todos los países donde la Ciencia muestra un alto impacto económico y social exhiben también elevadas cifras de publicaciones. Las publicaciones científicas reflejan el dominio del estado del arte en cada disciplina y la capacidad para asimilar creativamente el progreso científico contemporáneo. Permiten someter los resultados de investigación a la evaluación crítica de expertos independientes de todo el mundo. Son también la principal salida de las investigaciones de tipo teórico, imprescindibles para la integración, la calidad y el rigor del trabajo científico y los procesos de formación. Son, finalmente, parte del patrimonio cultural, como la literatura y las artes, y contribuyen a la visibilidad y el prestigio de la nación.

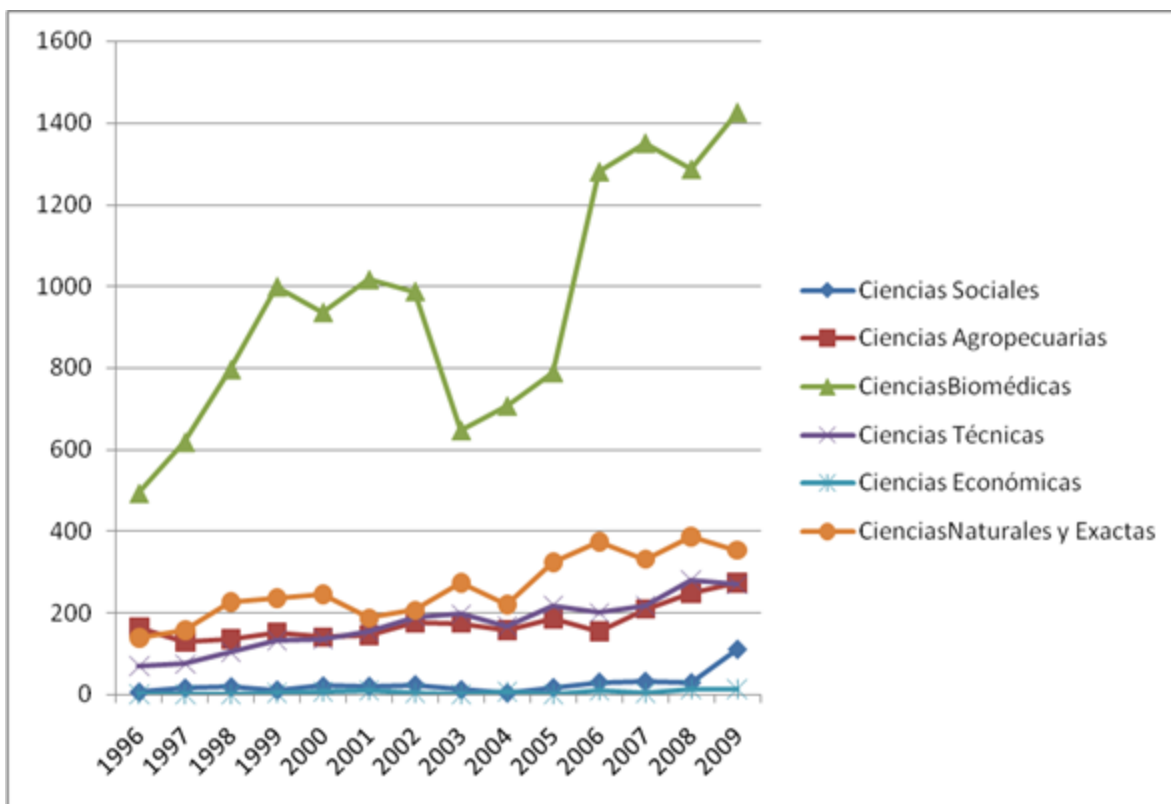


Figura 6. Publicaciones en Cuba por campo de la Ciencia Fuente: Informe de la UNESCO 2010[12].

Pueden existir muchas razones para el desnivel en la productividad en los distintos sectores. Lo que puede afirmarse con seguridad es que si no se exige ni se controla este indicador, se entra en una espiral de decrecimiento que se perpetúa y nos priva de la crítica colegiada de la comunidad científica internacional así como del intercambio efectivo con la misma, por falta de visibilidad.

**En conclusión, las cifras de publicaciones científicas y registros de propiedad industrial, son relativamente bajas y están estancadas o crecen a un ritmo muy lento, inferior a la media latinoamericana y mundial, con grandes diferencias entre los distintos sectores de la Ciencia.**

### III.6 Impacto sobre el desarrollo económico.

El tema del impacto económico y social de la Ciencia es muy amplio y de ninguna manera puede reducirse a su efecto económico directo. No siempre es posible identificar el peso de las actividades científicas que precedieron a un resultado económico determinado, al cual también contribuyen otros muchos factores. Sin embargo, este epígrafe se enfoca precisamente en el efecto económico directo, por constituir una prioridad y una necesidad urgente del país, que se subraya si se toma en cuenta que el sector de los servicios ha pasado a ocupar el 76% del PIB[17].

Un estudio de hace diez años (Figura 7) mostraba que países con similar o menor porcentaje de la PEA en actividades de I+D que Cuba, alcanzaban una mayor presencia de bienes de alta tecnología en sus exportaciones. En términos absolutos las exportaciones de productos de la Biotecnología y la Industria Médico-Farmacéutica se han incrementado notablemente desde entonces, aunque los productos primarios siguen dominando las exportaciones cubanas. No se dispone de datos actuales acerca del posicionamiento de Cuba relativo a otros países en este aspecto.



Figura 7. Efecto sobre las exportaciones de bienes de alta tecnología del número de investigadores en el año 2002. Abscisa: número de trabajadores en I+D/100.000 habitantes. Ordenada: % de las exportaciones de bienes de alta tecnología. Modificado de [18].

Los datos disponibles y las opiniones consultadas muestran que el impacto económico es muy diferente en los distintos sectores de la Ciencia.

El sector de la Biotecnología y la Industria Médico Farmacéutica, recientemente agrupado en la OSDE BIO-CUBAPHARMA, se destaca por su elevado y creciente impacto económico, especialmente en la exportación de productos medicinales y farmacéuticos, que ya supera la de muchos sectores tradicionales [7]. Se trata de un sector que fue diseñado trabajar a ciclo completo y producir impacto en la salud pública, la producción agropecuaria y la economía nacional, transformando los resultados de la Ciencia en productos de alto valor agregado. Su éxito a largo plazo dependerá en buena medida de su capacidad para renovar constantemente sus producciones a partir de los

nuevos conocimientos y desarrollos generados por sus propias investigaciones y por la cooperación con otras instituciones científicas del país.

También es muy alto el impacto económico de la exportación de servicios médicos (incluyendo los servicios a extranjeros en Cuba), que representan actualmente una importante y creciente fuente de ingresos para el país. La capacidad de exportar estos servicios es un resultado de la obra de la Revolución en el campo de la Salud, particularmente de la formación de personal, y también de las investigaciones científicas desarrolladas durante décadas, que sirven de apoyo a todo el sistema, lo mantienen actualizado al más alto nivel y lo prestigian. Existe preocupación entre los académicos consultados acerca del estado actual de las investigaciones científicas en el campo de la Medicina y su negativo impacto sobre el ulterior desarrollo del sistema de salud cubano y la sustentabilidad de la exportación de servicios médicos.

En todos los restantes sectores de la ciencia existen ejemplos exitosos de transferencia de los resultados de las investigaciones, con efecto positivo sobre las exportaciones, la sustitución de importaciones, la producción industrial o agropecuaria y los servicios. Adicionalmente, el alto nivel del potencial científico ha permitido la contratación de asesorías y servicios científico-técnicos a diferentes países con ingresos de diversa cuantía. Sin embargo, el impacto económico de las investigaciones es bajo en sentido general.

Lo que media entre la ciencia y el desarrollo económico es la empresa. El impacto actual de la I+D y la innovación en la empresa cubana es pobre. La conexión entre las universidades y centros de investigación, por una parte y las empresas productivas, por otra, es muy débil en la mayoría de los casos y está afectada por numerosas restricciones. La principal excepción son aquellos sistemas especialmente diseñados para cerrar el ciclo en una esfera dada, dando lugar al surgimiento de empresas de alta tecnología asociadas a centros de I+D.

Como regla, donde se invirtió más, hay más resultados. Sin embargo, la experiencia del sector de la Biotecnología no se reduce a las grandes inversiones realizadas, que fueron un elemento decisivo, sino también a la integración de todas especialidades científicas y tecnológicas y los elementos de apoyo cuyo concurso era necesario para la consecución de un objetivo estratégico.

A pesar del éxito alcanzado, en la actualidad no se aprecian nuevos programas con este enfoque estratégico e integral. Prevalecen los esfuerzos de corto plazo, destinados a aplicar los resultados científicos disponibles, "listos para aplicarse", supuestos productos de investigaciones anteriores que nunca tuvieron el apoyo necesario, por lo que es poco lo que pueden ofrecer en términos de innovaciones radicales y productos o servicios de alto valor agregado.

Particular relevancia tiene, por razones obvias, el caso de las Ciencias Agropecuarias. Se destaca positivamente la introducción de los resultados de las investigaciones sobre variedades, razas de ganado y tecnologías para su manejo; las recomendaciones para la fertilización diferenciada de los cultivos con los fertilizantes minerales disponibles y sus alternativas nacionales, incluidos biopreparados, las formulaciones para la alimentación del ganado; los métodos de diagnóstico y vigilancia epidemiológica, así como las vacunas. No obstante, el impacto es bajo, localmente

variable e inestable en el tiempo, por cuanto los resultados introducidos no logran expresar todo su potencial y alcanzar el impacto previsto y necesario.

Entre los factores a los que se atribuye la baja realización práctica de los resultados agropecuarios obtenidos en el país están: la complejidad del proceso de introducción de resultados en el sector y su necesidad de reorganizarlo y financiarlo considerando el factor local; la necesidad de perfeccionar los mecanismos legales, económicos y financieros vigentes en la introducción de resultados que entorpecen la relación entre el sector de generación de conocimientos y el sector productivo; la necesidad de garantizar que los resultados tengan un escalado previo basado en valoraciones económicas y estudios de factibilidad; la capacitación baja del personal dedicado a las labores agrícolas, en especial, la de los nuevos tenedores de tierra; y la falta de mecanismos efectivos de control y estimulación que permitan alcanzar una disciplina tecnológica satisfactoria, factor constante de incidencia en la realización del potencial productivo que ha estado presente con anterioridad al Período Especial, y se ha agravado sin duda alguna a partir de éste.

En este caso, como en el de las Ciencias Técnicas, se carece de adecuados elementos de conexión del sistema productivo con las instituciones científicas, de regulaciones, mecanismos de financiamiento y suministro, y de muchas cosas más. La transferencia de tecnologías no está bien regulada ni estimulada.

El impacto económico directo de las investigaciones en el campo de las Ciencias Sociales y Humanísticas suele evaluarse en primera instancia por su influencia sobre la toma de decisiones, especialmente aquellas relacionadas con la conducción de la economía. Sobre este aspecto, tradicionalmente ha existido insatisfacción entre los académicos, aunque hoy se aprecia un mayor reconocimiento de la contribución que pueden hacer estas ciencias. Evidentemente existen otras salidas de las Ciencias Sociales y Humanísticas a través de la educación, la cultura y el análisis político que no siempre pueden medirse en cambios inmediatos de políticas o medidas concretas.

En el caso de las Ciencias Naturales y Exactas existe un potencial científico importante, según se manifiesta en las publicaciones, doctorados, premios y otros indicadores, pero en la mayoría de los casos no hay mecanismos que fomenten la pertinencia social. En este sector abundan las investigaciones de carácter fundamental, que si se orientan adecuadamente, pueden tener un impacto importante, especialmente a largo plazo.

**En conclusión, con la excepción del creciente sector de la Biotecnología y los Servicios Médicos, el impacto de la Ciencia sobre la economía, particularmente en la producción y exportación de bienes es bajo con relación a las necesidades y potencialidades del país. Incluso en los sectores de éxito, existen riesgos para su sostenibilidad y crecimiento a mediano o largo plazos.**

#### IV. Análisis

El cuadro que dibujan los datos y valoraciones disponibles sobre el Estado de la Ciencia en Cuba se puede resumir en los siguientes hechos:

1. Un potencial científico que nació y creció con la Revolución, construyó una institucionalidad, y obtuvo resultados, convirtiendo a la Ciencia en un componente importante y visible de la Sociedad Cubana.
2. Un conjunto de síntomas preocupantes en las últimas dos décadas, tales como:
  - a) Tendencia a la reducción del potencial científico, situación esta más crítica en algunas disciplinas.
  - b) Envejecimiento de los cuadros de mayor experiencia, con insuficiente sustitución por generaciones más jóvenes
  - c) Crecimiento en la emigración de personal calificado
  - d) Insuficiente y tardía formación de doctores, especialmente en las ramas que tienen impacto más directo en la economía.
  - e) Decrecimiento en la intensidad de financiamiento, el cual se utiliza principalmente en el mantenimiento de los salarios y plantillas; y es especialmente insuficiente para los medios técnicos del trabajo de investigación
  - f) Deterioro especialmente notorio en las condiciones materiales para la investigación científica en las áreas universitarias
  - g) Baja productividad en publicaciones y patentes, que nos sitúan ya por debajo de la media de América Latina
  - h) Contracción y dispersión del intercambio con el exterior
  - i) Escasa traducción de la investigación científica en el componente tecnológico de nuestras exportaciones
  - j) La heterogeneidad en el desarrollo científico-técnico, con una concentración del financiamiento, los medios técnicos y la conexión con la producción en el sector de la Biotecnología, en comparación con otros sectores y disciplinas científicas, algunas en riesgo de "no-continuidad".

En síntesis, se trata de un panorama contradictorio, que dibuja por una parte una indudable conquista de la Revolución, pero al mismo tiempo amenazas para la continuidad y ulterior despliegue de esa conquista.

¿Cuáles son los factores causales que subyacen tras estos peligrosos síntomas?

- Aunque no se renuncie al análisis autocrítico de las insuficiencias identificadas, hay un factor externo de mucho peso: el efecto acumulativo de la guerra económica del imperialismo norteamericano contra Cuba. Décadas de acceso bloqueado a las tecnologías emergentes y a centros importantes de creación de conocimiento han ido creando costos adicionales y zonas de retraso que en cierta medida se auto perpetúan y amplifican.
- El contrapeso que se tenía en el intercambio científico y la transferencia tecnológica de la URSS y los países del campo socialista europeo se perdió en 1991.



- El país perdió mercados y suministros para sus industrias, que en muchos casos funcionaban como “atractor” del desarrollo tecnológico; y transitó hacia una economía de servicios.
- Las dificultades del Período Especial tienen en la Ciencia un “efecto diferido”. Las condiciones materiales para la investigación científica (con excepción del sector de la Biotecnología) se deterioraron durante 20 años, limitando la productividad de toda una generación, que es precisamente la que debe formar a la generación de relevo.
- La matrícula universitaria se contrajo en los últimos años, especialmente en las Ciencias Naturales y Exactas.
- La capacidad de inversión del Estado se vio afectada por las dificultades económicas del Período Especial; y ello es especialmente así en las inversiones relacionadas con Ciencia y Tecnología, que suelen tener un retorno económico más diferido y riesgoso.
- La generación de relevo creció en un contexto “de resistencia” más que “de desarrollo”. Es de esa generación que está hoy entre los 25 y los 45 años de edad, de donde debe provenir la productividad científica. Los proyectos de la Biotecnología y luego los de la UCI fueron excepciones en esta tendencia.
- El contexto internacional también se modificó hacia una creciente concentración de la actividad científica y de la producción de materiales para la ciencia en los Estados Unidos, y aunque hay un incipiente contrapeso por parte de China, este es todavía limitado.
- También en el contexto internacional, la “ayuda al desarrollo” por parte de los países ricos, que siempre fue limitada, se redujo aún más durante la marea neoliberal, generando un ambiente de colaboración internacional esencialmente inter-empresarial, orientado a la ganancia a corto plazo, y no al desarrollo.

Estos factores externos han limitado el desarrollo científico-técnico de todos los países del sur. Incluso países como Rusia, Brasil o Argentina, que han tenido cierto éxito en el enfrentamiento a la crisis económica del 2008, lo han hecho sobre la base de su disponibilidad de recursos naturales y su capacidad de exportación de productos primarios, de gran volumen y menor valor añadido.

En el caso de Cuba tales presiones externas se ven reforzadas por la hostilidad política y económica de los Estados Unidos y una buena parte de sus aliados.

En Cuba además, se dan otras tres condiciones que le dan carácter de “urgencia” al desarrollo científico-técnico. Estas son:

1. La condición de “país pequeño”, con solo 11 millones de habitantes, lo cual hace imposible basar el desarrollo en el poder atractor de la demanda doméstica, que es y será pequeña. El desarrollo tiene que basarse en las exportaciones de alto valor añadido.
2. La escasez de recursos naturales, especialmente energéticos, que limita un desarrollo exportador en base a productos primarios
3. La acelerada transición demográfica de nuestra población (en gran parte fruto de las propias conquistas sociales) que implica una fuerza laboral también envejecida, principalmente productiva en los sectores que dependen de la tecnología y la experiencia.

## V. Recomendaciones.

### V.1 Objetivos generales.

El país dispone de fortalezas que le permiten enfrentar con éxito los desafíos mencionados:

- Se cuenta con una base institucional y de cuadros para la Ciencia, construida por la Revolución en 50 años, y que ha tenido resultados.
- Se tienen las palancas del Socialismo, que permiten continuar priorizando el desarrollo social, defender el largo plazo y evitar el efecto distorsionador del “mercado” en la esfera de la Ciencia.
- Se tiene cohesión social y sentido de “proyecto de país” en la gran mayoría de la población cubana en general y de los científicos y tecnólogos en particular.

Ahora de lo que se trata es de reconocer los peligros (no ayuda en nada subestimarlos), y utilizar las fortalezas, con creatividad, en las nuevas condiciones.

Una Política Científica se construye con tres componentes:

- D) Potencial humano.
- E) Financiamiento.
- F) Buenas formas de organización y funcionamiento de las instituciones.

Para enfrentar las tareas derivadas de los “Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución”, se necesitan ideas y propuestas en cada uno de estos tres componentes.

Las propuestas deben responder a los objetivos más generales del desarrollo científico cubano en el momento actual, y estos deben ser principalmente dos:

- Hacer **crecer** la actividad de Ciencia y Tecnología.
- Reforzar sus **conexiones** con el sistema productivo cubano y con el sistema educacional.

El Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación de Cuba, para cumplir sus funciones y dar respuesta a las necesidades estratégicas del país, no puede ser un sistema pequeño. Tiene que crecer por delante de lo que sería esperable dadas las condiciones económicas y de las demandas explícitas de la producción o los servicios. De lo contrario no estaría en capacidad de conectar eficazmente con los flujos globales de conocimiento para asimilar el progreso científico y tecnológico contemporáneo. Las tecnologías de punta nadie nos las traerá, excepto en la forma de productos caros, si nuestros científicos no “salen a buscarlas” en sus etapas tempranas, para asimilarlas, desarrollarlas y ponerlas en función de nuestros objetivos. Un crecimiento anticipado de la actividad científica fue siempre la estrategia de la Revolución, lo cual se refleja, por ejemplo, en el indicador de científicos por 1000 habitantes, que fue en Cuba superior a la media de América Latina hasta el año 2003, disminuyendo después. Sería un error reducir el volumen de la actividad científica sobre la base de argumentos de “racionalidad económica”. Hay que seguir creciendo en el potencial humano, para que pueda “halar” desarrollo y luego desplegar formas creativas de financiar su operación. Estas formas creativas dependen en gran medida de la capacidad de construir conexiones más eficaces entre la actividad científico-técnica y las empresas estatales.

Las propuestas que siguen deben valorarse en función de su contribución a esos objetivos generales de **crecimiento y conexiones**.

## V.2. Sobre el capital humano

- a. Precisar el diagnóstico sobre el estado del personal en las especialidades científicas con el fin establecer prioridades para la recuperación de las mismas. Aumentar las matrículas y graduaciones en las carreras más críticas. Establecer programas doctorales con los recursos necesarios para incrementar sustancialmente la formación de doctores jóvenes en las especialidades de mayor prioridad.
- b. Establecer un sistema de evaluación y estímulo efectivo en la Ciencia que permita la conservación del potencial intelectual creado y contrapesar las tendencias migratorias, incrementando el atractivo de este sector profesional, que depende de las condiciones de vida y de trabajo.
- c. Las condiciones de vida dependen de muchos factores, pero hay dos que son esenciales: salario y vivienda. Las posibles propuestas sobre salarios en el sector de la Ciencia no se detallan en el presente documento. Se recomienda vincular el salario a la productividad del investigador. El tema “vivienda” requiere un tratamiento diferenciado y no puede darse por sobre-entendido que será resuelto con incrementos salariales. La masa productiva de científicos está formada por jóvenes entre los 25 y los 40 años de edad, que es también la etapa de la vida en que se forman las familias, y que buscan su estabilidad. Un tratamiento específico de este tema sería una de las acciones más eficaces que podríamos emprender para frenar el éxodo del sector.
- d. La conservación del recurso humano depende también en alto grado de las condiciones de trabajo para la realización profesional, lo cual se relaciona con la sección que sigue sobre el financiamiento de la Ciencia. La experiencia indica que, una vez alcanzado un nivel de salario y vivienda que alivie las presiones de la vida cotidiana, la movilidad de la fuerza científica depende menos de la búsqueda de mejoras materiales adicionales y más de la existencia de buenas condiciones para trabajar.

## V.3. Sobre el financiamiento

- a) Hay que trazar **objetivos nacionales**. Mayores o menores, pero claros. (Hay una “macro-gestión de la Ciencia, al igual que existe una “macro-economía”) El % del PIB que dedicamos a Ciencia, la Tecnología y la innovación es 0.72%. con tendencia a decrecer. La media de América Latina es 1.09%. Debería ser un objetivo alcanzar en los próximos años un índice no menor que 1.5%.
- b) La fuente de los recursos para las ACT en Cuba es 69% del presupuesto del Gobierno, y solo 18% proviene de las empresas. Esto hay que invertirlo. En los países industrializados el financiamiento de la Ciencia es empresarial en un 75%. Debería ser un objetivo alcanzar al menos un 50% de financiamiento empresarial en la actividad científica.
- c) Hay que aumentar la captación de fondos del exterior con proyectos atractivos coordinados nacionalmente, mejor con una componente industrial cubana, y con aliados extranjeros en que se pueda evitar el predominio de los intereses foráneos.

- d) Mientras se mantenga dualidad monetaria hay que darle un tratamiento diferenciado a la divisa. Un objetivo pudiera ser dedicar a Ciencia y Técnica el 1% de la capacidad de compra en divisa del país. El estimado de esa capacidad de compra puede ser de unos 15000 millones. Una definición del 1% como “cifra objetivo” para los próximos años, crearía una masa monetaria para la Ciencia de aproximadamente \$ 150 millones en todo el país, lo cual parece una cifra manejable.
- e) Otro tema es **cómo se distribuye ese financiamiento**. Y aquí viene el objetivo de mantener dos espacios diferentes: El de **la Ciencia financiada por el presupuesto, y el de la Ciencia financiada por las empresas**.
- f) El presupuesto en divisa que se vaya a asignar a la actividad científica presupuestada (sea grande o pequeño, el que el país pueda), debe ser una decisión central y debería ser puesto en manos de dos organismos: CITMA y MES (No hace falta incluir al MINSAP, pues la Ciencia en el MINSAP se puede financiar con un % de los propios ingresos del propio organismo)

**El CITMA y el MES** deben entonces distribuir este presupuesto **por programas y proyectos estatales** (no por entidades) y crear un sistema transparente de convocatoria pública y evaluación de proyectos, que garantice que los recursos se usen bien, se pongan en manos de los colectivos más competentes y en los temas más importantes. Este tipo de financiamiento presupuestado es el que debe respaldar a las Ciencias Exactas y Naturales y las Ciencias Sociales y Humanísticas.

La otra parte del financiamiento de la Ciencia, es decir, la que proviene de las empresas se podría garantizar en dos niveles:

- a) **las empresas de alta tecnología**, definidas según los criterios que se han presentado en los documentos sobre la OSDE BIOCUBAFARMA, estarían autorizadas a invertir en investigación científica según uno de dos esquemas: i) el 10% de sus ingresos en divisa, o ii) 20% de las utilidades antes de impuestos. Esto es lo que se acordó en el documento que ya fue aprobado sobre la OSDE. Eventualmente pudieran existir también Empresas de Alta Tecnología en otros sectores, si cumplen con los requisitos predefinidos. Pero en cualquier caso hay que prever que no serán muchas. En el país hay 3000 empresas. El Polo pudiera identificar como EAT inicialmente unas 10, y llegar con el desarrollo futuro a unas 20. Si hay 10 más en otros sectores, se estaría hablando del 1% del sector empresarial. La inversión en estas empresas de un 10% de sus ingresos para la I+D no pesa significativamente en las finanzas del país. Pero es un medio de garantizar la supervivencia y la dinámica de estas EAT, que deben crecer en el futuro.
- b) **El resto de las empresas**, es decir, las que no son de alta tecnología, estarían autorizadas a invertir el 1% de sus ingresos en investigación, desarrollo e innovación. La mayoría de estas empresas no tiene suficiente actividad de I+D intramural, por lo que estos recursos serían utilizados para contratar proyectos de investigación a instituciones presupuestadas.

En general, debe hacerse todo lo posible para estimular, en función de la innovación, los vínculos de las empresas de uno u otro tipo con las universidades y centros de investigaciones. Existe un amplio menú de opciones, basadas en nuestra experiencia y la de otros, que incluye la

contratación directa de proyectos de investigación, el financiamiento de tesis de maestría o doctorado en temas de interés para la empresa, la creación de laboratorios conjuntos, la realización de proyectos bi o multilaterales a ciclo cerrado, el entrenamiento “ad hoc” de personal, la prestación de servicios científico – técnicos, la comercialización de producciones de pequeña escala, la transferencia de tecnologías, la creación de consultorías, etc. Ninguna de estas opciones tiene eficacia universal y todas son válidas en determinados casos, por lo que se requiere máxima flexibilidad, siempre que se garantice una rigurosa evaluación técnica y económica de los proyectos, así como el adecuado control y uso de los recursos. En el caso de las universidades y centros de investigaciones estas actividades pueden generar ingresos que complementen al obtenido del presupuesto o los proyectos estatales y estimulen a los participantes.

**Un tema especial es propiciar la creación de nuevas Empresas de Alta Tecnología.** Para ello es necesaria la creación de “Esquemas de Incubación”, que permitan al Estado diagnosticar grupos con potencialidades de cerrar el ciclo y hacerlos transitar en plazo determinado al esquema mencionado. Es preciso establecer criterios de evaluación rigurosos que definan un grupo “incubable”, el cual requerirá inversiones escalonadas, parte de los cuales tendrán que preceder a ingresos significativos.

- Propiciar el surgimiento de nuevas empresas de alta tecnología, creando esquemas de incubación adecuados, con criterios de evaluación rigurosos, que permitan diagnosticar grupos con potencialidades de cerrar el ciclo y hacerlos transitar en plazo determinado al esquema mencionado.

Hay otros dos aspectos relacionados con el financiamiento que merecen especial mención. La gestión eficiente de los recursos disponibles y los criterios para realizar grandes inversiones:

- Se requiere establecer formas de gestión ágiles para las investigaciones, especialmente las experimentales, que permitan acceder en corto tiempo a los suministros (cristalería, reactivos, materiales, refrigerantes, gases, piezas, dispositivos electrónicos, accesorios de computación, etc.) y servicios de apoyo. Muchas de estas necesidades surgen en el transcurso de una investigación y son muy difíciles de prever en un plan anual.
- Concebir con alcance regional o nacional las inversiones para la adquisición de equipos costosos y la prestación de servicios informáticos, de modo que sean utilizadas de forma eficiente por todas las instituciones de una región o del país y se eviten las duplicaciones, la subutilización de los medios o su deficiente explotación por personal incompetente.

#### **D. Sobre la institucionalidad y las formas de organización**

El Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación debe ser organizado atendiendo a la interacción de todos sus componentes (de acuerdo con el lineamiento 129) y debe ser capaz de:

1. Movilizar la capacidad de Ciencia, Tecnología e Innovación nacionales hacia los problemas esenciales de la sociedad.
2. Organizar programas estatales de Ciencia Tecnología e Innovación de interés nacional, regional o local (no sectorial ni disciplinario). Particular relevancia tendrán aquellos programas integradores, que involucren a las instituciones científicas junto al sector

productivo y otros factores vinculados a la aplicación de los resultados, en función de las prioridades del desarrollo estratégico, con objetivos a corto mediano y largo plazo que den espacio la investigación fundamental orientada, junto a la investigación aplicada, el desarrollo y la innovación.

3. Estimular y favorecer el intercambio científico efectivo nacional e internacional.
4. Aumentar la consulta a expertos y la transparencia en las decisiones de asignación de recursos. Potenciar en este sentido el papel de la ACC y las sociedades científicas.
5. Adoptar indicadores nacionales estables para valorar el impacto de los diferentes tipos de actividad científica según su naturaleza, que tengan en cuenta la práctica internacional y nuestras propias prioridades. Establecer los procedimientos para la evaluación de los investigadores, de las instituciones científicas y de todo el sistema de CTI, de forma periódica y sobre bases objetivas.
6. Fortalecer, en un esfuerzo conjunto de las instituciones científicas y educacionales y de los medios de comunicación, el trabajo por difundir la cultura científica a toda la sociedad.

## 8. Bibliografía

### A. Citada

- [1] I. Clark Arxer, "Cuba," in *UNESCO Science Report 2010*, L. Brito, S. Schneegans, and S. Colautti, Eds. 2011.
- [2] Castro Ruz, Fidel Discurso del 15 de enero de 1960 en la Sociedad Espeleológica de Cuba.
- [3] VI Congreso del PCC. Lineamientos del Desarrollo Económico y Social del Partido y la Revolución. 2011.
- [4] República de Cuba. Consejo de Estado. Decreto - Ley No 163. 1996
- [5] CITMA. "Potencial Científico Cubano.," 2011.
- [6] O. F. Estrada, "Factores determinantes de la actividad innovativa en Cuba." 2007.
- [7] RICYT, "Red Latino-Americana de Ciencia y Técnica," 2012. [Online]. Available: <http://bd.ricyt.org/>.
- [8] M. T. Pérez Lariño, "Una aproximación al estado de la formación," 2011.
- [9] M. Schaaper and A. Wyckoff, "Movilidad del personal altamente calificado: un panoramainternacional \*," *Revista CTS*, vol. 3, no. 7, pp. 135–179, 2006.
- [10] J. Klugman *Informe sobre Desarrollo Humano 2009 Superando barreras: Movilidad y desarrollo humanos*. 2009.
- [11] M. A. L. Orovio, "La migración externa de profesionales en la Universidad de La Habana," La Habana, 2009.
- [12] F. Lozano Ascencio and L. Gandini, "Skilled-Worker Mobility and Development in Latin American: Between Brain Drain and Brain Waste," 2011.
- [13] L. Brito, S. Schneegans, and S. Colautti, *UNESCO Science Report 2010*, Second rev. UNESCO publishing, 2010.

- [14] L. F. Montalvo Arriete, "La política de Ciencia e innovación tecnológica: un análisis a partir de los años noventa," 2012.
- [15] J. L. Garcia Cueva, "Presentación BALANCE 2011-2012 Comision Nacional Grados Cientificos Cuba," 2012.
- [16] I. M. Gálvez, "Exportaciones en Cuba: impacto en el crecimiento económico y necesaria promoción," Universidad de la Habana, 2011.
- [17] J. Triana Cordoví, "Capítulo 5 Cuba: la economía del conocimiento y el desarrollo." 2011.
- [18] R. Arencibia-Jorge, R. L. Vega-Almeida, Z. Chinchilla-Rodríguez, E. Corera-Alvarez, and F. de Moya-Anegón, "Patrones de Especialización de la Investigación Cubana sobre Salud (Scopus, 1996-2010)," 2011.

## **B. Consultada**

### **Biomedicina**

Rojo Pérez, N., Menchaca Laria, S., Castell-Florit Serrate, P. (2010). Investigaciones en Sistemas y Servicios de Salud en Cuba y su proyección hasta 2015. *Rev. Cub.de Salud Pública*, 36(3), 209–14.

Soto Laveaga, G. (2012). The Cuban Cure: Reason and Resistance in Global Science. *Journal of Historical Geography*, 38(1), 106–107. doi:10.1016/j.jhg.2011.11.014

### **China**

Ha, W., Yi, J., & Zhang, J. (2009). Brain Drain, Brain Gain and Economic Growth in China.

Springut, M., Schlaikjer, S., & Chen, D. (2011). *China 's Program for Science and Technology Modernization : Implications for American Competitiveness*.

### **Ciencia y Economía**

Benet Rodríguez, M., Lopez Torres, L., Leiva Rangel, R., Hernández Pérez, E., Miranda Pérez, Y., & García Alpízar, B. (2010). El financiamiento de la investigación científica en las Universidades de las Ciencias Médicas de Cuba. Realidades, retos y aspectos legales. *Revista Electrónica de las Ciencias Médicas en Cienfuegos*, 8(2).

Jiménez Acevedo, J., & Fernandez Estrada, O. (2006). ¿Tercera Revolución Industrial? Reflexiones desde la lógica del "empirismo convencional".

Martínez, M. M. (2012). "Innovación Tecnológica en Cuba: Identificación de los Factores Condicionantes en las Empresas a partir de la Segunda Encuesta Nacional de Innovación."

Mok, S. M., & Estrada, O. F. (2002). Conocimientos en Cuba Ventaja hacia el futuro. *Economía y Desarrollo*, 175.

Montalvo Arriete, L. F. (2012). *La política de Ciencia e innovación tecnológica : un análisis a partir de los años noventa*.

Montero Cabrera, L. A. (2012). Visión de la Ciencia y la Tecnología y e sus retos actuales en Cuba iniciando la segunda década del siglo XXI .*Temas*, 69, 4–11.

Rodríguez, J. V., & Estrada, O. F. (n.d.). Tendencias Internacionales de la Industria del Software.

Royalties, U. S. (n.d.). *Industry, Technology, and the*, 1–57.

Torres Pérez, R. (2010). Capitulo 2. Apuntes sobre políticas de Estructura económica y crecimiento.

### **Fuga de Cerebros**

Aráuz Torres, M. A., & Wittchen, U. (n.d.). Brain Drain across the Globe: Country Case Studies.

- Bhargava, A., Docquier, F., & Moullan, Y. (2010). Modeling the effects of physician emigration on human development.
- Carrington, B. W. J., & Detragiache, E. (n.d.). How Extensive Is the Brain Drain?
- Casaña Mata, A. (n.d.). Una contribución al examen de la emigración de profesionales cubanos desde la perspectiva del país de origen.
- Editors (n.d.). Science and Engineering Labor Force. Science & Engineering Indicators 2008 (1–59).
- Foad, H. (2005). The Brain Drain, 1–28.
- Ha, W., Yi, J., & Zhang, J. (2009). Brain Drain, Brain Gain and Economic Growth in China.
- Junqueira Caetano, A., Magalhaes Fernández, D., & Ireneu Rangel Rigotti, J. (n.d.). *Research Paper 2*
- Migration and millennium development goals, by Marko Vujicic, Pascal Zurn, Khassoum Diallo, Orvill Adams, and M. R. D. P. (n.d.). Human Resources for Health
- Pellegrino, A., Juan, D., Calvo, J. (2001). ¿Drenaje o éxodo? Reflexiones sobre la migración calificada, 1–68.
- Sorolla Fdez, Ileana. (n.d.). La polémica encubierta: migraciones calificadas en el nuevo milenio.
- Sorolla Fernández, Iliana. (n.d.). Estado actual del debate internacional sobre la gestión de los flujos migratorios calificados, 1(1), 97–117.
- Özden, Ç. (2006). Brain drain in Latinoamérica.

#### **Infometría**

- Araujo-Ruiz, J. a., van Hooydonk, G., Torricella Morales, R. G., & Arencibia Jorge, R. (2005). Cuban scientific articles in ISI Citation Indexes and CubaCiencias databases (1988-2003). *Scientometrics*, 65(2), 161–171. doi:10.1007/s11192-005-0265-4
- Cañedo-Andalia, R. (2009). Cuba , Iberoamérica y la producción científica en salud en la base de datos PubMed en el período 1999-2008. *ACIMED*, 20(1), 1–27.
- Guzmán, M. V. (n.d.). Visibilidad de las publicaciones científicas cubanas: desafíos y sustentabilidad. *VII Encuentro de Editores*.
- Hernández-Ferreras, D. K., Cárdenas-de-baños, I. L. L., & Ing, I. (2012). Aspectos que influyen en la visibilidad de la producción científica de las universidades médicas cubanas. *ACIMED*, 23(2), 210–4.
- Jorge, C. R. A., Rosa, I. D. C., Vega, L., Juan, I. I., Ruiz, A. A., Elena, I. D. C., Álvarez, C., et al. (2012). Hitos de la Ciencia cubana en el siglo XXI, una revisión a partir de los trabajos más citados en Scopus durante el período 2006-2010. *ACIMED*, 23(1), 45–58.

#### **Informe UNESCO 2010.**

- King, D. A. (2004). The scientific impact of nations. What different countries get for their research spending. *Nature*, 430 (15 July 2004), 311–316.