



La estrategia de desarrollo científico y tecnológico en Cuba

Inicio de la estrategia científico-tecnológica

Aunque cuando se produce en Cuba el triunfo de la Revolución en 1959, no se carecía, como señaló oportunamente Le Riverend en 1965, de ciertos puntos de partida para comenzar el trabajo en algunos aspectos del proyecto de desarrollo planteado, era evidente la desproporción entre los objetivos de ese proyecto y la base científica y tecnológica nacional (Le Riverend 1971).

La percepción, en aquellos momentos, de que el alcance de esos objetivos en la esfera de la ciencia y la tecnología no dependía solamente de la transferencia externa, sino de la creación de una base nacional de ciencia y tecnología, es algo que --junto con las acciones implementadas rápidamente al efecto-- por sí sólo bastaría para ubicar a Cuba entre los casos de mayor interés en los esfuerzos por alcanzar un desarrollo científico y tecnológico de bases endógenas en la segunda mitad del siglo XX.

Para coadyuvar a este empeño, en el país estaban presentes factores socioculturales favorables al arribo más rápido a la revolución técnica y a una nueva sociedad, *e incitaban a la aceleración de estos procesos*: el hecho de constituir Cuba una sola Nación mestiza con un solo idioma y una sola cultura nacional; la existencia de una relativa democratización de las costumbres y una discriminación racial con caracteres menos dramáticos que en otros países; una religiosidad matizada; una red de comunicaciones eléctricas de cierto alcance, entre otros (Núñez Jiménez 1964).

Cuando, el 20 de febrero de 1962, se promulgaba la Ley 1011 del Gobierno Revolucionario y se creaba la Comisión Nacional de la Academia de Ciencias de Cuba, subordinada al Consejo de Ministros, se daba uno de los primeros pasos efectivos para ir convirtiendo en realidad el objetivo estratégico expresado por Fidel Castro en enero de 1960, devenido después lema genuino del desarrollo científico en el país: “El futuro de nuestra patria tie-

ne que ser, necesariamente, un futuro de hombres de ciencia, de hombres de pensamiento.” El futuro era concebido desde el comienzo como indisolublemente vinculado a un principio fundamental para una verdadera política científica nacional: la unidad del progreso técnico con el progreso social (Castro 1960, Castro 1963).

Ese propio año de 1962, la reforma universitaria y el comienzo de la creación de institutos de investigación en el Ministerio de Industrias --al frente del cual estaba Ernesto Che Guevara--, constituyeron otros hitos fundamentales del momento inicial de promoción de la ciencia y la tecnología en función, sobre todo, de las prioridades del desarrollo económico y social (CSU 1962; Sáenz y García Capote 1989); otro importante paso fue la decisión adoptada, en 1966, de crear una primera red de institutos de investigación en Ciencias Médicas.

Esos primeros avances habían estado precedidos, en 1961, por la Campaña Nacional de Alfabetización (Lorenzetto y Neyes 1964), que sentó las bases para que la actividad científica no deviniera después realización privilegiada de algunas capas o grupos sociales; para que no constituyera un enclave de real o posible conocimiento en un enorme espacio de escasa escolaridad.

El amplio programa educacional emprendido a partir de esos años ha comprendido todos los niveles de enseñanza:

- Círculos infantiles.
- Escuelas por tipos educacionales: primaria (urbana y rural), media (secundaria bá-

Tabla 2.1

Impactos de la Campaña de Alfabetización (1961)

Indicador

- Participantes en la campaña
- Personas alfabetizadas
- Reducción del índice de analfabetismo

Resultado

270 000 (Participaron voluntariamente: maestros, estudiantes y trabajadores)
700 000 (Mujeres: 55%)
23,1% en 1958 / 3,9% en 1961

CIEM 1997

sica y preuniversitaria; ambas en el campo y en la ciudad), técnica y profesional, de adultos (educación obrero campesina, secundaria obrero campesina, facultad obrero campesina e idiomas), escuelas de oficios y escuelas especiales.

- Educación superior.

Durante estos años, al tiempo que la Academia de Ciencias de Cuba (ACC) desarrollaba sus actividades, en otros organismos y agencias estatales fueron surgiendo centros de investigación que respondían a necesidades específicas (agrícolas, industriales y de los servicios, no abarcadas por la ACC), entre las cuales estaban complejos problemas relacionados con la alimentación animal, la biomedicina y la salud animal, planteados por el amplio programa de desarrollo económico y social adoptado en Cuba.

Junto a la temprana especialización de la ACC en el estudio de los recursos naturales, la construcción de la base científico-técnica nacional se caracterizó por la pronta y sostenida creación de *centros de excelencia*, dotados de tecnología avanzada --y capaces, a su vez, de generarla--, que completan el perfil del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología con su dedicación a problemas de gran vigencia nacional y, casi siempre, internacional (Simeón 1996).

Por otra parte, desde mediados de la década de los 60, la investigación en las universidades comenzó a manifestarse con decisión y nitidez crecientes, para hacer buena una de las pautas más significativas de la reforma universitaria de 1962, que definió la promoción y desarrollo de la investigación científica como una misión básica irrenunciable (CSU 1962). A principios de 1969, esa misión estaba claramente establecida y en marcha.

La distribución territorial alcanzada posteriormente por el sistema de nuestras universidades ha llegado a ser un importante factor de emparejamiento del desarrollo científico y tecnológico nacional visto por regiones. De este modo, se fue conformando en todo el país una red de instituciones de investiga-

ción-desarrollo (I+D), que aborda hoy un conjunto de cuestiones cuyo esclarecimiento científico y solución tecnológica demanda el progreso de la vida económica, social y espiritual de la Nación.

La mayor parte de los centros de I+D se concentra en los sectores de las ciencias naturales, técnicas y el medio ambiente; educación superior y salud pública.

En Cuba, de cada 1 000 personas, 155 participan en el proceso de ciencia e innovación tecnológica, 1,8 son científicos o ingenieros (superior a la media del mundo subdesarrollado y por encima de muchos países desarrollados), y 3,9 son profesionales y técnicos (CITMA 1998).

Desde 1959 hasta la Tesis de política científica en 1975

Durante la década de los 60, América Latina se encontraba inmersa en lo que se ha denominado “desarrollismo modernizante” que, con independencia de otros rasgos, confiaba todo a la transferencia de tecnología desde el exterior (Vessuri 1992). Hubo en Cuba, como hemos señalado, una percepción temprana y nítida respecto a la necesidad de una base nacional de ciencia y tecnología, aunque entonces --como hoy-- era evidente que un país de nuestras dimensiones iba a depender considerablemente de la transferencia externa para la creación de capacidades en los sectores productivos y de servicios. Aparte la razón obvia de que fueron planteados objetivos que no podían alcanzarse sin un potencial científico y tecnológico propio por su vinculación a condiciones muy específicas del país, se entrevió de forma clara que también para la recepción de tecnología se requería una base nacional de investigaciones e ingeniería.

Estos elementos conforman una etapa --denominada por algunos autores como de “promoción dirigida de la ciencia y la tecnología”-- que se extiende aproximadamente hasta 1975, durante la cual los esfuerzos se concentraron, en primer lugar, en construir un sector de investigación-desarrollo, allegando recursos para establecer un conjunto de instituciones hasta ese momento inexistentes. La estrategia en ciencia y tecnología se expresaba entonces, fundamentalmente, en la creación de instituciones de evidente necesidad para llenar los numerosos espacios vacíos en la matriz ciencia-desarrollo (Sáenz y García Capote 1975; García Capote 1985).

La práctica de esos años mostraría que el núcleo programático de tal estrategia puede estar, y más frecuentemente está, no tanto en documentos altamente formalizados, sino en

Tabla 2.2

Unidades de investigación según su categoría

Tipo de centros de I+D	1987	1997
● Centros de Investigación-Desarrollo	108	126
● Centros de Investigación-Producción	2	6
● Áreas de Investigación-Desarrollo (AID)	33	76
● Centros de Servicio Científico-Técnico (USCT)		13
Total de Centros de Investigación Científica	143	221

ACC 1988, CITMA 1998

los juicios, valoraciones y apreciaciones contenidos en el discurso político en los altos niveles de conducción del país, y que la política adquiere realidad, a partir de ese núcleo programático, con *las decisiones que en verdad se adopten* en favor de la ciencia y la tecnología.

Así, en los primeros años de la década del 70, se producen profundas transformaciones en cuanto a la formación del potencial científico y tecnológico del país, siendo las principales:

- Creación del Ministerio de Educación Superior, para atender este nivel de enseñanza, incluida la Educación Postgraduada, que había surgido, aunque muy incipientemente, entre finales de los años 60 e inicios de los 70.

- Ampliación de la red de centros de educación superior y de centros de I+D, procesos estos que han seguido perfeccionándose hasta el presente.

- Establecimiento de los sistemas de categorización docente y científica, para el reconocimiento, tanto moral como material, de los profesionales dedicados a la enseñanza superior y a la investigación científica, respectivamente.

- Inicio del trabajo de formación de profesionales con grados científicos, para lo cual se crea la Comisión Nacional de Grados Científicos.

- Creación de centros de investigación y desarrollo a partir de un notable esfuerzo inversionista.

Todos estos cambios posibilitaron al país pasar de un estadio de escaso capital humano, a otro con recursos humanos capacitados en las esferas de la ciencia y la tecnología, y una base material adecuada para su desempeño.

Hacia mediados de los 70, tras 15 años de esfuerzos sostenidos por construir un sector de I+D, se consideró que había sido alcanzada una “masa crítica” de recursos asignados a esta esfera. Este factor objetivo llevó a la creación, en 1974, de lo que UNESCO denominaba “órgano nacional de ciencia y técnica” (ONCYT), que en Cuba recibió el nombre de Consejo Nacional de Ciencia y Técnica y, posteriormente, en 1976, Comité Estatal de Ciencia y Técnica. Es, precisamente, también en 1975, que el Primer Congreso del Partido Comunista de Cuba aprueba una *Tesis de política científica* que, a partir de la experiencia ya acumulada y de su proyección, expresaba de forma explícita *una estrategia a mediano y largo plazos para el desarrollo científico y tecnológico en el país* (PCC 1976).

Tabla 2.3

Centros de I+D en los principales sectores económicos

Principales sectores económicos	Centros de I+D
● Ciencia naturales, técnicas y medio ambiente	44
● Educación superior	39
● Salud pública	27
● Agricultura	19
● Metal-mecánica	18
● Geólogo minero, energético	10
● Manufacturero	8
● Cultura	9
● Producción de azúcar	6
● Biotecnología	6
● Economía	4
● Construcción	4

CITMA 1998

Después de 1975

A estas instituciones de política, creadas hacia mediados de los años 70, se les plantea entonces más explícitamente el problema de completar el esfuerzo en el suministro, con otro en la utilización de los resultados de la I+D. No es que se hubiera cubierto ya toda la matriz de instituciones requeridas; incluso en varias direcciones, este proceso continuará hasta nuestros días y se acentuará. Pero hay ahora otros factores presentes: un ONCYT designado; una idea de coordinar mejor los esfuerzos por la vía de organizar la I+D en *problemas de investigación*, lo que permitiría un marcaje más nítido de las prioridades, y una preocupación porque se actuara más resueltamente con las salidas que empezaban a obtenerse en la esfera de la innovación tecnológica que, entonces en Cuba, se denominaba “introducción de resultados” (ACC 1987).

En estos esfuerzos, la categoría de *programa científico-técnico*, adoptada en 1986, perfeccionando el abordaje de los problemas de investigación, representará un instrumento de mayor integralidad, que reconoce más nítidamente a los productores y usuarios, y propicia con mayor definición su incorporación, así como la de otros agentes del cambio tecnológico (ACC 1985). Por otra parte, el Sistema de Introducción de Logros, adoptado en 1987, acercó en varios aspectos esta actividad a la de un mecanismo de *innovación tecnológica*. Esta etapa se caracterizó, en general, por un esquema de desarrollo científico y tecnológico que operaba de acuerdo con lo preceptuado por el modelo lineal, y en el que, como se señaló en el Capítulo 1, el progreso trata de ser *empujado por la ciencia* y no *halado por la demanda social*.

La importación de plantas completas caracterizaba una *política tecnológica implícita*, que resultó la vía para la creación de im-

Las BTJ y sus innovaciones

Sus innovaciones pretenden elevar la eficiencia, la productividad del trabajo, proveer piezas de repuesto a los equipos y maquinarias, ahorrar recursos, materias primas, componentes energéticos y, en los casos que sea posible, sustituir importaciones (ver Contribución Especial de las BTJ en materia de Ciencia, Tecnología y Desarrollo Humano).

Entre los principales resultados de las BTJ se destaca el *software* sobre el sistema de monitoreo del suministro de agua potable y sistemas sanitarios, WASAMS 98, el cual ha sido contratado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y se aplica en el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria de Lima, Perú, desde 1999.

Otro producto muy importante, elaborado por las BTJ, ha sido la materia prima

activa (BM-86) de la vacuna GAVAC, contra la garrapata animal. También se rediseñó el rectificador U-2 (cargador de baterías) para las industrias energéticas, el cual se aplica desde el 2001.

Por su parte en la ANIR, con un objetivo similar al de las BTJ, han sido propósitos priorizados la producción y la recuperación de piezas de repuesto y accesorios para evitar la paralización de la producción y los servicios esenciales.

Como resultado de ello, entre 1981 y 1985, fueron puestas en práctica 7 709 innovaciones, lo que impulsó el cumplimiento de los planes de piezas de repuesto, fundamentalmente, los relacionados con la búsqueda de soluciones a la producción de renglones discontinuados (no resueltos por el fabricante) o de alto valor para su adquisición.

ANIR 2002

portantes activos de la economía cubana actual, en cuyo proceso resultaron actores relevantes las empresas de ingeniería, creadas desde los primeros años posteriores a 1959. En aquellas condiciones, el segmento empresarial de los agentes del cambio tecnológico operaba en una especie de mercado interno cautivo, sin que su producción estuviera expuesta a un amplio cotejo internacional. Se abastecía, en lo fundamental, con una tecnología proveniente de los países socialistas europeos que, aunque no era en ocasiones la más avanzada, se obtenía en condiciones económicas ventajosas a tal grado que Fidel Castro, con acierto, las equiparó frecuentemente con las de un verdadero Nuevo Orden Económico Internacional.

Desde principios de los años 80, a partir de la orientación decididamente humanista que caracteriza la salud pública en Cuba y sobre la base del potencial humano creado con anterioridad en las disciplinas que deben confluir para la intensificación de la calidad de las Ciencias Médicas y de los servicios de salud pública, se intensifica el desarrollo de centros de excelencia en esta esfera y *comienza a disponerse de novedosas tecnologías nacionalmente generadas*. En muchos sentidos, esto marca un derrotero distintivo de la maduración de la ciencia y la innovación en el país.

Es en estas condiciones que Cuba se aproxima a la década de los 90.

Los cambios a partir de los años 90

Debido a las súbitas transformaciones ocurridas en el ámbito internacional, en estos

años la economía y, en general, toda la sociedad cubana, se vinculan de modo creciente al mundo unipolar en el que se ve inmerso el país, lo que produce transformaciones sustanciales del contexto económico y social. La producción nacional queda expuesta a los avatares del mercado internacional, lo que coloca sobre el tapete el tópico de su competitividad y el papel de la ciencia y la tecnología, expresados ahora como *proceso de innovación*, en el logro de ésta. Aparece en el país, el reconocimiento de *la innovación tecnológica como amplio fenómeno social*, de múltiples actores --entre los cuales va a figurar ahora una nueva organización sindical--, múltiples fuentes y múltiples interconexiones y realimentaciones.

En la esfera organizativa de la ciencia y la tecnología, los años 90 resultan marcados por la introducción de importantes elementos de integración como los polos científico-productivos, articuladores de redes de cooperación, integrados por las Brigadas Técnicas Juveniles (BTJ), la Asociación Nacional de Innovadores y Racionalizadores (ANIR) y el Forum Nacional de Ciencia y Técnica.

Las BTJ, en particular, constituyen un movimiento de creación e innovación científico-técnica, integrado por jóvenes y orientado a la búsqueda de soluciones a los problemas técnicos que necesitan una respuesta en la esfera productiva.

Tanto el número como el efecto económico de las innovaciones realizadas por la ANIR se han incrementado con el decursar de los años. En especial, el resultado económico se ha incrementado, de 44,6 millones de pesos cubanos en 1989, a 176,7 millones en el 2000 (ANIR 2002).

El Forum es un movimiento de integración concebido como instrumento organizativo, e incorporado al Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica. Se organiza en las entidades, municipios, provincias y la Nación, a partir de una convocatoria en la que se exponen los problemas requeridos de solución.

El Forum valora las soluciones y propone la introducción de aquellas que signifiquen un mayor aporte, constituyan un impulso a la sustitución de importaciones y estimulen el desarrollo de tecnologías y actividades científicas decisivas para las diferentes industrias. Cada solución se reconoce públicamente y su autor recibe un estímulo.

El 25,3% de los autores son graduados de nivel superior; el 21,9%, de la enseñanza media secundaria; el 14,6%, de la técnica profesional; el 14,8%, de la preuniversitaria; el 20%, de la primaria, y el 3,4%, de los institutos pe-

dagógicos. Cada vez es mayor la participación femenina (Forum 2000a).

Los mayores aportes se registran en la producción, los servicios, la salud y la enseñanza, que acumulan el 86,7% de todas las soluciones (Forum 2000a).

Por su parte, las universidades tienden cada vez más a convertirse en centros multifacéticos, para incluir docencia, investigación y producción; los programas científico-técnicos son estructurados por proyectos específicos sometidos a evaluación periódica; la política científica y tecnológica incluye la valoración ecológica; se comienza un proceso, cuya finalidad es llevar las cuestiones de ciencia y tecnología hasta las bases en los municipios y los consejos populares (García Capote 1998).

Bajo la influencia de cambios acelerados y recíprocamente actuantes, tanto en la economía, como en ciencia y tecnología, desde fines de la década de los 80 en los países de mayor desarrollo de las fuerzas productivas se había ido pasando de lo que se denominó hasta hace poco, y aún a veces se denomina, *Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología a Sistema Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica*.¹

En Cuba, al comienzo de esta década, la práctica había superado el anterior modelo de dirección de la ciencia y la tecnología. Había surgido la necesidad de proyectar e implementar una organización del desarrollo de estas actividades que permitiera integrar más eficazmente la generación de conocimientos científicos y tecnológicos, con su utilización económica y social, en busca de una competitividad que debe lograrse mediante el desarrollo sostenible. Esta es la misión de lo que en nuestro país se ha denominado Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica.

Política y Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica en Cuba

Política

La Política Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica, el Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica y la Estrategia Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica,

1. En su sentido más amplio, un Sistema Nacional de Innovación (SNI) abarca todo lo que afecta la innovación y la innovatividad en un espacio nacional. Incluye, por supuesto, todo el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, pero también todos los otros elementos --legales, institucionales, actitudinales-- que influyen sobre la facilidad o la dificultad para introducir el cambio técnico en las unidades productivas ... entendiéndose por innovaciones, ... tanto las grandes como las pequeñas; los productos, los procesos o los sistemas; las radicales o las incrementales; las técnicas o las organizativas (Pérez 1991).

constituyen los elementos que bajo el umbral de la futura Ley de la Ciencia y la Tecnología, integran la dimensión sistémica de la base metodológica y normativa necesaria para el desarrollo de acciones en esta esfera desde una perspectiva lo suficientemente coherente y precisa como para movilizar a todos los actores de la sociedad en función de objetivos programados.

La Política Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica (PNCIT) tiene como contenido central elevar la eficiencia, la eficacia y la excelencia de la ciencia y la tecnología cubanas, manteniendo la generación del nuevo conocimiento y potenciando la tecnología, como elementos fundamentales para el perfeccionamiento de las actividades científicas y tecnológicas que realiza el país. Sus lineamientos para el mediano plazo persiguen reafirmar el carácter dinamizador que ejercen estas actividades sobre la economía nacional, sobre la base de una elevación sostenida del impacto múltiple que deben ejercer en la sociedad cubana.

Los lineamientos de la PNCIT procuran elevar el bienestar de la población cubana, fortalecer su sistema social y desarrollar la

Tabla 2.4

Evolución del Forum de Ciencia y Técnica

	1982	2000
Trabajos presentados	818	940 828
Soluciones	818	2 056 228
Autores	1 500	1 484 363

Forum 2000

Tabla 2.5

Soluciones por tipos

Descripción	VI Forum	XIII Forum
Piezas	9 863	246 747
Equipos	4 481	176 836
Tecnologías	2 001	244 691
Diseño Técnico	3 366	156 273
Investigación y Desarrollo	4 593	695 005
Otros	18 157	536 676
Total	42 461	2 056 228

Forum 2000

Tabla 2.6

Autores por sexo

Ediciones	Total	% hombres	% mujeres
VI Forum (1991)	76 142	78.2	21.8
XIII Forum (2000)	1 484 363	71.2	28.8

Forum 2000

Asegurar la complementación adecuada, según las diferentes esferas de acción de la ciencia y la tecnología, entre la investigación científica realizada en el país y la asimilación y adaptación a nuestras condiciones, de la experiencia internacional.

economía nacional, sobre la base de la cooperación y vinculación más estrechas entre el sector de ciencia y tecnología, la esfera de bienes y servicios, y la realización de acciones interinstitucionales, bilaterales y multilaterales con países de la región y el mundo.

La observación de estos lineamientos, en la forma de elaborar las estrategias y planes, significará un paso importante para la actividad de ciencia y tecnología en el país, por el grado de sistematicidad, integración y complementariedad de las acciones científicas y tecnológicas que se ejecuten en el contexto organizacional del Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica.

Objetivos

Los objetivos trazados por la Política Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica posibilitan alcanzar una combinación más eficaz entre la asimilación nacional de los conocimientos científicos y tecnológicos transferidos desde el exterior, y la utilización inteligente y potenciada de la capacidad del país en la generación autóctona de ciencia e innovación tecnológica, sobre la base de las prioridades estratégicas que se definan para la Nación. Entre ellos, podemos destacar los siguientes:

- Propiciar que la ciencia y la tecnología actúen como factores decisivos para la recuperación económica del país y el crecimiento sostenido de sus principales producciones y servicios.

- Favorecer que la innovación tecnológica se convierta en una herramienta sistemática del trabajo de las empresas para el incremento de la eficiencia económica y el desarrollo de la competitividad de sus producciones y servicios, en el marco del proceso de perfeccionamiento empresarial del país.

- Asegurar la complementación adecuada, según las diferentes esferas de acción de la ciencia y la tecnología, entre la investigación científica realizada en el país y la asimilación y adaptación a nuestras condiciones, de la experiencia internacional.

- Fortalecer el acercamiento entre oferta y demanda tecnológicas, priorizando el fortalecimiento y la expansión de la infraestructura nacional de servicios científicos y tecnológicos y de actividades de interfase.

- Impulsar la eficiencia de las entidades científicas y tecnológicas en el desempeño de sus actividades y promover una utilización racional y eficaz del potencial humano, en el marco del proceso de perfeccionamiento de estas actividades.

- Propiciar la contribución de las actividades científicas y tecnológicas a la conservación del medio ambiente y a la consecución de los objetivos del desarrollo sostenible.

- Propiciar que la utilización, en forma adecuada y en el momento oportuno, de la protección de la propiedad intelectual, a través de las diferentes vías y mecanismos, asegure un valor añadido a las creaciones nacionales, evitando su utilización no autorizada y la infracción de derechos registrados y vigentes en todas las actividades, desde la planificación hasta la comercialización de las creaciones.

Líneas y lineamientos generales

La Política Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica, concretada en sus lineamientos generales y específicos, considera las realidades actuales de la economía cubana y su viabilidad, planteándose metas alcanzables y el empleo de instrumentos de acción y esquemas organizativos que pueden ser aplicados en un horizonte temporal caracterizado por transformaciones en franca evolución. A continuación, se presenta las principales líneas y lineamientos generales.

● *Línea: Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica*

Lineamiento general: consolidar el Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica (SCIT) como la forma organizativa fundamental para la aplicación de los lineamientos de la Política Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica por todos los actores de la sociedad cubana.

● *Línea: planeamiento y financiamiento*

Lineamiento general: consolidar la actividad de planeamiento, en su sentido más abarcador, como imprescindible elemento conductor del desarrollo de la ciencia y la tecnología en las condiciones de nuestro país, y garantizar un sistema de financiamiento eficaz, ágil y flexible, integrado por fondos provenientes del Estado y de las entidades de las distintas escalas de la economía, y la utilización eficaz de las diferentes fuentes de financiamiento y de los mecanismos de operación.

● *Línea: potencial humano*

Lineamiento general: promover, apoyar y orientar el incremento de la potencialidad creadora de los hombres y las mujeres vinculados al Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica, así como propiciar y controlar su utilización racional y eficaz.

● *Línea: estimulación*

Lineamiento general: consolidar un sistema integral de estimulación individual y colectiva, de orden moral y material, que influya positivamente en la movilización de los trabajadores de la ciencia y la tecnología hacia el alcance de los objetivos en esta esfera, coadyuvando, en particular, al perfeccionamiento de las entidades y del Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica.

● *Línea: generación de conocimientos científicos y tecnológicos básicos*

Lineamiento general: garantizar la realización de actividades de I+D que puedan llegar a constituir campos de excelencia y competitividad internacional, así como también aquellas encaminadas a posibilitar y diseminar la familiarización y asimilación de los conocimientos científicos y tecnológicos más avanzados, tanto en las Ciencias Naturales como en las Sociales, con el objetivo de fortalecer el patrimonio científico nacional, la cultura del conocimiento de base científica y crear bases de apoyo estratégicas para el desarrollo ulterior de la capacidad innovadora del país.

● *Línea: innovación*

Lineamiento general: priorizar, fomentar e impulsar a todos los niveles de la economía el desarrollo de la actividad de innovación, como factor clave para elevar la eficiencia, alcanzar el perfeccionamiento del sistema empresarial, y aumentar el bienestar y la calidad de vida de la población.

● *Línea: transferencia de tecnología*

Lineamiento general: fomentar e impulsar la transferencia de tecnología como actividad fundamental para acelerar la actividad innovadora del país y acceder al conocimiento mundial, a fin de favorecer el incremento de la eficiencia económica y el desarrollo de las capacidades competitivas en las empresas productoras de bienes y servicios.

● *Línea: servicios científicos y tecnológicos, y actividades de interfase*

Lineamiento general: perfeccionar la prestación de servicios científicos y tecnológicos, y fomentar e impulsar la realización de las actividades de interfase como apoyo a la innovación.

● *Línea: elementos de integración y cooperación*

Lineamiento general: fomentar y apoyar el perfeccionamiento, desarrollo y organización en el país de los elementos de integra-

ción de diverso carácter como formas organizativas que, en función de objetivos y metas comunes, potencien el desempeño de los diferentes actores sociales, involucrados en el Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica con efectos multiplicadores y sinérgicos en la complementación e integración de actividades.

● *Línea: información en el contexto del SCIT*

Lineamiento general: desarrollar la gestión de información en el contexto del SCIT, que favorezca la creación de productos y servicios nacionales de información, como bienes económicos, y su aprovechamiento racional como un recurso productivo en función del incremento de la eficacia, la eficiencia y la competitividad de la economía y el perfeccionamiento de la sociedad.

● *Línea: propiedad intelectual*

-Propiedad industrial

Lineamiento general: lograr el aprovechamiento de las oportunidades que ofrece la legislación de propiedad industrial para la industria y el comercio nacional, garantizando a su vez que no se infrinjan los derechos de propiedad industrial registrados y vigentes en la República de Cuba a favor de titulares nacionales y extranjeros.

-Derecho de autor

Lineamiento general: lograr que la legislación en materia de derecho de autor contribuya de modo eficaz a estimular e impulsar la creatividad de nuestra comunidad autoral, en función de las políticas del país en materia de cultura y de ciencia y tecnología.

● *Línea: colaboración científica y tecnológica*

Lineamiento general: enmarcar las relaciones de colaboración y cooperación en ciencia y tecnología con entidades extranjeras en el contexto de la política exterior del Estado cubano, ejecutadas en conformidad con la prioridad del desarrollo económico, social, científico y tecnológico del país, y que propicien la colaboración internacional, bilateral y multilateral sobre la base del respeto a la soberanía y el derecho de las partes y el interés y la conveniencia mutuos.

● *Línea: comercialización de las producciones de la ciencia y la tecnología*

Lineamiento general: fomentar la actividad comercial en las instituciones científicas y tecnológicas en correspondencia con sus misiones, funciones y objeto social, así como con

Enmarcar las relaciones de colaboración y cooperación en ciencia y tecnología con entidades extranjeras en el contexto de la política exterior del Estado cubano, ejecutadas en conformidad con la prioridad del desarrollo económico, social, científico y tecnológico del país

La innovación se concibe como la transformación de una idea en un producto o proceso nuevo o mejorado y la subsiguiente utilización exitosa en las esferas de la producción material o espiritual de la sociedad, abarcando tanto los aspectos tecnológico-productivos, como los referentes a la gerencia empresarial, y la dirección y organización social en general

los procedimientos financieros y las regulaciones vigentes en el país.

● *Línea: actividad científica y tecnológica, y medio ambiente*

Lineamiento general: proponer, mediante el desempeño de la actividad científica y tecnológica, alternativas para mitigar o solucionar los problemas ambientales; sustentar de forma armónica, racional y eficiente el uso de los recursos naturales renovables y no renovables de los que se dispone; controlar los problemas de contaminación y viabilizar un desarrollo industrial que se base en la producción de tecnologías autóctonas y la transferencia de tecnologías idóneas en función de las necesidades del país.

● *Línea: cultura científica y tecnológica de la sociedad cubana*

Lineamiento general: concertar la acción en sistema de las principales instituciones socializadoras con el fin de asegurar la formación de valores, actitudes y hábitos en los principales grupos sociales de la nación, orientados al desarrollo de una visión crecientemente científica de la realidad, así como de una imagen pública de la ciencia y la tecnología de carácter positivo, tanto a escala nacional como internacional.

● *Línea: medición de las actividades científicas y tecnológicas*

Lineamiento general: consolidar un sistema nacional de indicadores y estadísticas de la ciencia y la tecnología.

● *Línea: control de las actividades científicas y tecnológicas*

Lineamiento general: consolidar un sistema integral de control sobre el funcionamiento del SCIT y la ejecución por las entidades y organizaciones que lo integran de actividades científicas y tecnológicas, con la finalidad de garantizar la observación de las disposiciones vigentes, el cumplimiento de los planes, la eficiencia en la utilización de los recursos y el incremento sostenido de la significación económica y social de la ciencia y la tecnología.

El Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica

El Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica (SCIT), organizado en Cuba, subraya la importancia de la innovación para el desarrollo empresarial y la necesidad de integrar la generación y aplicación de todos los conocimientos científicos en el ámbito de las

Ciencias Naturales, Técnicas y Sociales, requeridos para el desarrollo múltiple de la sociedad. Su objetivo estratégico es contribuir decisivamente a la preservación y avance del proyecto social cubano. Este Sistema difiere del conocido con anterioridad como Sistema de Ciencia y Técnica, no sólo en su denominación, sino en su esencia, enfoque y contenido.

En este contexto, la innovación se concibe como la transformación de una idea en un producto o proceso nuevo o mejorado y la subsiguiente utilización exitosa en las esferas de la producción material o espiritual de la sociedad, abarcando tanto los aspectos tecnológico-productivos, como los referentes a la gerencia empresarial, y la dirección y organización social en general.

La innovación abarca el conjunto de actos, por los cuales se obtienen y aplican, por primera vez, en un ámbito dado, esos productos y procesos nuevos o mejorados, y luego se aplican repetidamente en otros ámbitos si la racionalidad económica y social así lo aconsejara.

El Sistema de Ciencia e Innovación cubano se caracteriza por:

● Considerar las tendencias mundiales en la organización del desarrollo científico y tecnológico en una época de creciente globalización.

● Reafirmar las fuertes capacidades de integración que el país dispone en esta esfera.

● Subrayar el papel decisivo de la empresa en los procesos de innovación tecnológica, incluida su acción como actor financiero de proyectos, y enfatizar la búsqueda de eficiencia y competitividad de la empresa estatal.

● Reconocer que la innovación es un proceso con múltiples fuentes y actores, y reforzar el papel de las interfases.

● Constituir el asiento de acciones de innovación ambientalmente limpias y sanas.

● Introducir el proyecto como célula básica del planeamiento y el financiamiento, emplear la gerencia integrada del mismo como una de sus principales herramientas de dirección, y aprobar los proyectos a partir de ejercicios de convocatoria pública o inducida, con aplicación sistemática de la evaluación por expertos de alto nivel.

● Considerar la existencia de elementos de mercado en las transacciones económicas del país, así como la presencia de una mayor diversidad de fuentes de financiamiento.

● Formar parte, conscientemente, de la estrategia de preservación y desarrollo de los logros del proyecto social cubano.

Concepción

El Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica es la forma organizativa que permite la implantación en forma participativa de la política científica y tecnológica que el Estado cubano y su sistema de instituciones establecen para un período determinado, de conformidad con la estrategia de desarrollo económico y social del país y de la estrategia de ciencia y tecnología que es parte consustancial de ésta.

Este sistema está integrado por los siguientes elementos fundamentales: las organizaciones que participan en la dirección, planificación y organización del SCIT, las organizaciones que participan directamente en las actividades de I+D y en el resto de las etapas del proceso innovativo, y las organizaciones que coadyuvan a la integración de los diversos elementos del SCIT. En igual medida, son muy importantes para el adecuado funcionamiento del sistema, las acciones e interrelaciones que se establecen entre estas organizaciones, las que se sustentan en un conjunto de normativas jurídico-metodológicas que ordenan y hacen posible su desarrollo exitoso.

El sistema cubre un amplio espectro, que incluye desde la asimilación, generación y acumulación de conocimientos, hasta la producción de bienes y servicios, y su comercialización; pasa, entre otras, por actividades, tales como: las investigaciones básicas, investigaciones aplicadas, trabajos de desarrollo tecnológico, desarrollo social y de gestión, así como diversas actividades de interfase, servicios científico-técnicos conexos, transferencia vertical u horizontal de tecnologías, actividad de mercadotecnia y empleo de modernas técnicas gerenciales.

Esto significa que comprende, prácticamente, todos los actores sociales de la Nación, en aquellos aspectos de su accionar vinculados a los distintos momentos de la obtención y aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos. El sistema se manifiesta a diferentes escalas --nacional, ramal, institucional, territorial, local-- y responde a las necesidades de cada una de estas instancias.

Objetivos y alcance

Un objetivo central del Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica es contribuir decisivamente al desarrollo sostenible de la economía cubana y a su inserción cada vez mayor en el mercado internacional, para lo cual se deberán generar nuevos conocimientos, desarrollar la tecnología, y transformar los avances científicos y los logros tecnológicos en productos competitivos con éxitos comer-

ciales, mediante un conjunto de acciones que fomenten el desarrollo de innovaciones en el sector empresarial y permitan llevar al mercado nuevos o mejorados productos, procesos, servicios y procedimientos organizacionales.

Es, igualmente, objetivo del SCIT, contribuir al desarrollo múltiple de la sociedad cubana, tanto en su conjunto como en cada uno de sus sectores (productivo, educacional, de salud pública, cultural, entre otros), teniendo como centro al hombre y su entorno.

Otro objetivo del sistema es propiciar el amparo jurídico de los nuevos conocimientos, tecnologías, diseños estéticos y demás creaciones intangibles asociadas para preservarlas de la utilización gratuita, no autorizada, y garantizar un retorno adecuado de las inversiones que el país destina a estos fines, así como no infringir los derechos de propiedad intelectual y registro vigentes en Cuba y en el extranjero.

Todo esto significa coadyuvar al despliegue de una economía organizada y competitiva que posibilite satisfacer las necesidades crecientes de la población, con capacidad para competir en el mercado internacional sobre la base de eficiencia, productividad y sostenibilidad, en el contexto de los cambiantes escenarios del mundo contemporáneo.

Significa, asimismo, estudiar los desarrollos tecnológicos para hacerlos cada vez más coherentes con el hombre y el entorno social que lo rodea, a fin de lograr un avance económico y social más integral.

Este objetivo se deberá alcanzar mediante una vinculación adecuada, efectiva y creciente entre ciencia, tecnología, producción, mercado, necesidades sociales y preservación del medio ambiente, en sus más diversas manifestaciones.

La concreción de todo este esfuerzo se materializará en nuevos conocimientos y productos, en producciones elaboradas bajo nuevas concepciones, en nuevos o mejorados procesos tecnológico-productivos o en nuevos o mejorados tipos de servicios, que en lo nacional se traduzcan en un aumento de la calidad de vida y que resulten capaces de competir exitosamente en el mercado internacional, así como en la aplicación práctica de esos conocimientos para lograr unas relaciones sociales, que propicien un desarrollo más pleno del hombre como productor y como consumidor.

Principios organizativos

La funcionalidad y dinámica que requiere el Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica, para estar en capacidad de garantizar

Un objetivo del SCIT es estudiar los desarrollos tecnológicos para hacerlos cada vez más coherentes con el hombre y el entorno social que lo rodea, a fin de lograr un avance económico y social más integral.

desarrollan, así como por las funciones que ejercen, se clasifican en:

- Organizaciones que participan en la dirección, planificación y organización del SCIT, tales como el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en su carácter de órgano rector del sistema, así como los demás órganos estatales y organismos de la Administración Central del Estado.

- Organizaciones que participan directamente en las actividades de I+D, así como en el resto de las etapas del proceso innovativo, tales como los centros de I+D, universidades, entidades de interfase, empresas de producción y servicios, y otras que intervienen en el proceso de generación y transferencia de conocimientos.

- Organizaciones que coadyuvan a la integración de los diversos elementos del SCIT, tales como el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, que cumple también la principal función de integración; los distintos elementos específicamente creados con objetivos integradores, como los polos científico-productivos, frentes temáticos, forum de ciencia y técnica, y el Sindicato Nacional de Trabajadores de la Ciencia; y entidades como Academia de Ciencias de Cuba, Asociación Nacional de Innovadores y Racionalizadores, Brigadas Técnicas Juveniles, y asociaciones científicas y profesionales.

Científicos

En el año 2000, el país contaba con 5 378 investigadores con categorías científicas (CITMA 2002):

- Investigadores titulares: 808
- Investigadores auxiliares: 1 256
- Investigadores agregados: 1 956
- Aspirantes a investigador: 1 358

En la actividad de ciencia y tecnología, el 57% de los trabajadores son técnicos (nivel superior y medio), 21% son obreros, 12% son de servicios, 7% son dirigentes y 5% son administrativos (CITMA 2001).

Se observa, por otra parte, una mayor presencia femenina. Si en 1988, el 47% de los trabajadores de los centros de I+D eran mujeres, en el año 2000 constituían ya el 51,9%. Entre investigadores y técnicos, la mujer posee una representación mayoritaria (Forum 2000a, ONE 2001) y una presencia relevante en la dirección de los principales centros de investigación y de servicios científico-tecnológicos. La Orden Carlos J. Finlay, con la cual el país honra a los científicos más destacados, ha sido otorgada, hasta el año 2000, a 357 personas, entre las cuales 74 son mujeres.

Tabla 2.7

Potencial humano en el Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica (2000)

Total en los centros de I+D	
Trabajadores	3 142 1
● Mujeres	15 092
Universitarios	11 871
● Investigadores	5 378
● Reserva Científica	1 441
Nivel Medio	10 240
Otros	9 310
Total en el Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica	
Trabajadores	64 074
● Mujeres	33 272
Nivel Superior	27 881
Nivel Medio	16 973
Otros	19 220
Doctores	3 702 ^a

1. Según datos de la Comisión Nacional de Grados Científicos, habían sido otorgados en el país, hasta diciembre del 2000, un total de 5 662 títulos de Doctor en Ciencias.

CITMA 2002

sus objetivos, se alcanzará con el cumplimiento de un conjunto de principios organizativos que le sirven de base y que son los siguientes:

- La precisión y el reconocimiento mutuo de las funciones y responsabilidades que correspondan a cada uno de los actores sociales que intervienen en el sistema.

- El desarrollo y perfeccionamiento permanentes de las vías que garanticen el intercambio de información y el establecimiento de los nexos e interconexiones entre los distintos actores sociales.

- El ejercicio de la autonomía que corresponda a los diferentes actores sociales.

- La orientación suficientemente dinámica, flexible y autoanalítica de las acciones que corresponda ejecutar a cada uno de los actores sociales.

- La evaluación de la eficiencia del sistema.

Actores sociales

Los actores sociales que integran el sistema en correspondencia con las acciones que

Tabla 2.8

Presencia de la mujer en el sector de ciencia y tecnología

Año	Trabajadores Total	Investigadores		Técnicos			Otro personal de apoyo
		Total	Mujeres (%)	Total	Mujeres	(%)	
1996	62 684	5 151	2 524 (49,0)	38 727	19 364	(50,0)	18 806
1997	61 052	5 163	2 557 (49,5)	37 572	18 861	(50,2)	18 317
1998	62 935	5 525	2 751 (49,8)	38 532	19 497	(50,6)	18 878
1999	62 512	5 468	2 735 (50,0)	33 449	17 059	(51,0)	23 595
2000	64 074	5 378	2 797 (52,0)	37 705	19 833	(52,6)	20 991

ONE 2001

Entre 1991 y 1996, se observó un proceso de migración de una parte de los investigadores con categorías primarias, principalmente de las áreas de I+D, hacia otros sectores de la economía, debido al impacto del Período Especial. No obstante, los recursos humanos dedicados a ciencia e innovación tecnológica crecieron constantemente durante la década de los 90, pero a un ritmo inferior al observado en la década anterior, a pesar de lo cual, el potencial humano de Cuba comparaba favorablemente frente a otros países de América Latina.

Entre 1991 y 1995, el indicador de la cantidad de investigadores en actividades de I+D decreció de 1,32 a 1,13. Ante esta situación, fueron adoptadas decisiones para dinamizar el desarrollo científico, lo que provocó que para el 2000 el valor del indicador ascendiera a 1,15 (RICYT 2001).

Entre los principales esfuerzos realizados se destacan:

a) la organización del Polo científico del Oeste de la capital, llamado a desempeñar un importante papel en el desarrollo de las investigaciones de punta relacionadas con la Biotecnología, en interés de lograr producciones de vacunas y medicamentos;

b) la creación de la Reserva científica, con el propósito de preservar a los jóvenes egresados que demostraran cualidades para el trabajo de investigación científica.

La estrategia de ciencia e innovación tecnológica en su proyección hasta el 2005

Las prioridades de la ciencia y la innovación tecnológica en los próximos años se enmarcan en los grupos siguientes:

Grupo 1. Áreas donde se pretende alcanzar o mantener excelencia y competitividad internacional a partir de productos y tecnologías novedosas

Las prioridades de este grupo se caracterizan por el peso fundamental que tiene en su logro la generación de nuevos conocimientos y tecnologías. El exitoso desarrollo de las prioridades del grupo permitirá un importante incremento de las producciones y servicios con alto contenido científico en la estructura de exportación del país.

Las prioridades principales correspondientes a este grupo son:

- Desarrollo de nuevas vacunas y tecnologías novedosas en su producción, con nuevos fármacos a partir de productos naturales y recombinantes (incluyendo los anticuerpos monoclonales para terapia); con nuevas aplicaciones de fármacos novedosos desarrolla-

Tabla 2.9

Mujeres dirigentes de centros de investigación y de servicios científico-tecnológicos

Organismos	Centros (total)	Dirigidos por mujeres	Denominación de los centros
Consejo de Estado	6	2	Instituto Finlay Centro Ingeniería Genética y Biotecnología (Filial de Camagüey)
Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente	45	12	Instituto de Filosofía Instituto de Antropología Instituto de Literatura y Lingüística Museo de la Ciencia IGA CEADEN OCPI Archivo Nacional de Cuba Museo de Historia Natural ECOVIDA Centro Inv. Medio Ambiente de Camagüey GEPROP INH Alimentos
Ministerio de Salud Pública	22	3	CIDEM CENCEC J. B. Nacional
Ministerio de Educación Superior	45	12	CENSA CIM AID Biología AID Química Instituto de Ciencia Animal Centro de Informática de la UCLV Centro de Estudios Electroenergéticos Centro de Est. de Eval. e Invest. Biológicas CEPES Centro de Estudios de Proteínas Centro de Estudios Medioambientales Instituto de Cítricos y Frutales Inst. Inv. H. Liliانا Dimitrova.
Min. de la Agricult.	18	2	
SIME	5	0	
Min. Ind. Básica	21	6	Se considera aquí los centros de la IMEFA y los restantes del MINBAS
Min. de Cultura	8	4	Centro Cons. y Rest. Monumentos (CENCREM) Centro de Escuelas de Arte Centro de Información Cinematográfica Centro de Investigación de las Artes Escénicas Cuba-9 INIE
Min. del Azúcar	4	1	
MEP	5	1	
Min. Construcción	2	0	
INDER	2	0	
Min. de la Pesca	2	1	Centro de Investigaciones Pesqueras
Min. Com. Interior	1	0	
MINCOM	3	0	
MFP	1	0	
Min. de Educación	1	1	Instituto Central de Ciencias Pedagógicas
INRH	1	0	
MTSS	1	1	Instituto de Estudios e Investig. del Trabajo
MINAL	1	0	
MITRANS	3	2	Centro de Investigaciones del Transporte CETRA y CIMAB
UJC	1	1	Centro de Estudios de la Juventud
FMC	1	1	Centro de Estudios de la Mujer
Totales	199	50 (25%)	

Dirección de Recursos Humanos, CITMA 2002

dos en Cuba; con el desarrollo de equipos médicos de alta tecnología y métodos de diagnóstico de avanzada para enfermedades exóticas en humanos y animales, utilizando técnicas de Biología molecular, así como con otras tecnologías de avanzada en el diagnóstico y tratamiento médico.

- Investigaciones relacionadas con la obtención de nuevas variedades de plantas por vías biotecnológicas y otras de avanzada, o de nuevas tecnologías de reproducción y propagación; con plantas y animales transgénicos, y con el desarrollo de métodos de diagnóstico de enfermedades cuarentenales en las plantas.

- Desarrollo de productos de *software* y de servicios informáticos de alto valor añadido en todas las áreas donde el país tiene potencialidades reconocidas.

Las investigaciones aplicadas y trabajos de desarrollo deben estar adecuadamente sustentadas por investigaciones básicas en los campos de la Biología molecular y celular, Ingeniería genética, Fisiología, Farmacología, Toxicología, Inmunología, Síntesis química, Biofísica, Bioquímica y Ciencias de la computación.

Grupo 2: Areas clave vinculadas a producciones más tradicionales, donde son necesarios cambios tecnológicos importantes para garantizar competitividad de los productos, aumento de la eficiencia, diversificación de la producción y cumplimiento de las normas ambientales establecidas

Las prioridades de este grupo se caracterizan por la elevada participación que, para su alcance, tienen los desarrollos tecnológicos nacionales y la transferencia y asimilación de tecnologías desde el exterior. Es por ello que el peso fundamental lo encontramos en la in-

novación tecnológica con participación de la investigación, allí donde el conocimiento sea escaso. Esto define la dirección de los programas y proyectos a desarrollar que, como norma, deberán dar respuesta a las demandas tecnológicas del sector de producción de bienes y servicios, con enfoques multidisciplinarios, donde se combinen las Ciencias Técnicas, Naturales y Sociales.

Las principales prioridades correspondientes a este grupo son:

- La producción de azúcar y sus derivados; la producción de alimentos para la población y también para los animales, a partir de materias primas nacionales, así como de productos agrícolas y de la pesca para el turismo y la exportación; la diversificación y optimización de las producciones industriales, destinadas a la exportación y al mercado interno en divisas; el desarrollo del turismo en sus diversas modalidades y el desarrollo y asimilación de tecnologías de la información y las comunicaciones.

- Los problemas relacionados con la energía (tanto la generación de electricidad, como el aumento de la eficiencia final de los portadores energéticos), el desarrollo y asimilación de tecnologías para la diversificación de productos de níquel, las construcciones y los materiales de construcción.

Grupo 3. Areas vinculadas al estudio de la naturaleza y la sociedad cubanas

Las prioridades de este grupo se caracterizan por brindar conocimientos, soluciones y desarrollos de importancia crucial para el país, los que tienen que ser generados internamente, pues responden a particularidades nacionales.

El desarrollo del sistema socialista cubano exige que la dirección de los procesos económicos y sociales se realicen cada vez más con una base científica, lo que supone una decisiva participación, en particular, de las Ciencias Sociales, en el análisis objetivo de los procesos, en la evaluación de alternativas y en la profundización en las diferentes tendencias mundiales.

Los impactos principales del exitoso desarrollo de estas prioridades no son explícitamente económicos, sino de mejoramiento de la calidad de vida, preservación del medio ambiente, fortalecimiento de la identidad cultural de la nación y consolidación del modelo cubano de desarrollo socialista, lo que demuestra su importancia y enorme influencia para toda la sociedad cubana.

Las principales prioridades correspondientes a este grupo son:

Tabla 2.10

Investigadores en actividades de I+D en América Latina (2000)

País	Investigadores efectivos en I+D *	Investigadores efectivos en I+D por mil de la PEA**
Brasil	49 702	0,67
Argentina	26 420	1,67
México	21 879	0,55
Colombia	4 240	0,47
Chile	8 381	1,43
Cuba	5 378	1,15
Venezuela	4 688	0,45
Costa Rica	1 867	1,52
Uruguay	724	0,59

* Es el personal dedicado en jornada completa a las tareas de I+D.

** Es el personal dedicado en jornada completa a las tareas de I+D por cada mil personas de la población económicamente activa.

● *La evolución del medio ambiente cubano*

Realización de investigaciones sobre biodiversidad, suelos, aguas interiores y marinas, manejo de las costas, contaminación atmosférica, así como influencia de los cambios globales en el ambiente cubano. Asimismo, se priorizarán las investigaciones que permitan continuar desarrollando la salud de nuestra población en su concepto más integral y en armonía con el medio ambiente. En este contexto, se prestará especial atención a las investigaciones encaminadas a buscar soluciones al desarrollo sostenible a aquellos territorios más atrasados o con características especiales (montañas, áreas semidesérticas, humedales, cuencas hidrográficas y otros).

● *La sociedad cubana*

-Realización de estudios y elaboración de propuestas sobre el comportamiento de la dinámica de la estructura socioclasista de la sociedad y los diferentes grupos sociales emergentes en las nuevas condiciones sociales.

-Desarrollo de investigaciones dirigidas a la formación, utilización y estimulación de recursos humanos altamente calificados para el Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica.

-Desarrollo de estudios sobre la juventud.

-Elaboración de propuestas de vías y métodos para el perfeccionamiento del ejercicio del poder por parte del pueblo trabajador.

-Perfeccionamiento de los estilos y métodos de trabajo de las estructuras locales de gobierno.

-Caracterización de los procesos de descentralización y su expresión en la comunidad.

-Conformación de propuestas para la consolidación y profundización de nuestra identidad nacional.

-Perfeccionamiento y desarrollo de las vías para la masificación de la cultura de la población.

-Perfeccionamiento de la efectividad social de los medios de comunicación masiva.

-Caracterización, evaluación y prospección de las creencias religiosas.

● *La economía cubana en el contexto de la economía mundial*

-Elaboración de propuestas que contribuyan a la adopción de decisiones en el reordenamiento interno de la economía, enfatizando las relaciones económicas socialistas y la elevación de la eficiencia en la economía global, sectorial y territorial en los procesos de descentralización y perfeccionamiento empresariales.

-Evaluación de la marcha de las reformas económicas, iniciadas en la década del 90, así como el pronóstico de su ulterior desarrollo.

-Criterios de medición acerca de los indicadores identificados de eficiencia de la empresa socialista, así como el pronóstico de su ulterior comportamiento.

-Elaboración de propuestas que contribuyan a la adopción de decisiones en relación con los procesos internacionales de alta prioridad para Cuba.

-Desarrollo de estudios de tendencias de evolución de la economía mundial.

-Evaluación de las tendencias de integración y cooperación económica internacional, en particular, de los procesos de integración regional y subregional.

-Evaluación y pronóstico de los problemas ambientales y su impacto en las relaciones económicas.

Grupo 4. Areas científicas y tecnológicas desarrolladas, en las que es necesario alcanzar o mantener determinado nivel que facilite el avance de los otros grupos y garantice la continuidad del desarrollo futuro del país

Se trata de investigaciones estratégicas y de mayor riesgo, que no van a tener un efecto económico a corto plazo, por lo que las prioridades en este grupo deben concentrarse en aquellos aspectos que puedan significar mayores oportunidades para nuestro país

Recuadro 2.2

Principales productos y servicios con valor agregado por la ciencia y la innovación tecnológica con impacto en el aumento de las exportaciones

Productos de la Biotecnología y la Industria farmacéutica:

Heberbiovac HB

Servicios de Restauración Neurológica

Vacuna Meningo BC

Equipos médicos: Neuronic, Medicid, Diramic, Cardiocid, Ergocid, Doctus IV

Tabaco

Elevación de la calidad de los azúcares exportados

CITMA 2002

Recuadro 2.3

Principales productos y servicios con valor agregado por la ciencia y la innovación tecnológica con impactos en la sustitución de importaciones

- Producción de 4 100 000 toneladas de petróleo crudo nacional.
- Desarrollo de 18 medicamentos genéricos usados en el país.
- Palanquillas al carbono.
- Vacuna GAVAC para ganado vacuno.
- Microalga *Spirulina platensis* para la alimentación de larvas de camarón blanco.

CITMA 2002

y que tengan potencialidades de impactar a mediano plazo en las investigaciones de otros grupos, especialmente del Grupo 1.

Las principales prioridades correspondientes a este grupo son:

● *Bioinformática*

Se deberá priorizar lo relativo al desarrollo de esta nueva rama de la ciencia de carácter interdisciplinario que resume un proceso de convergencia de la Biología y la Información, y que ha tenido un auge especial en los últimos 2-3 años a partir de los resultados obtenidos en el proyecto del genoma humano y los avances en la caracterización de los genomas de otras especies de animales y plantas. En la perspectiva, la Terapéutica humana y animal, la Biotecnología vegetal y otras importantes ramas, dependerán esencialmente de la Bioinformática, cuyo desarrollo, en la opinión de expertos, está conllevando a una revolución en la ciencia, comparable a la que se produjo con la Ingeniería genética hace unas décadas atrás.

El impulso de esta nueva rama es decisivo para el país, por lo que se deberá estimular la orientación hacia ella de una parte importante de nuestro potencial, vinculado a las Ciencias de la Información, Matemáticas, Física y Química teórica, en estrecha relación con los especialistas de las Ciencias Biológicas, así como preparar una masa crítica en los temas más específicos e interdisciplinarios.

El énfasis fundamental deberá ponerse en la Bioinformática en sentido estricto (es decir, en la investigación y desarrollo de infraestructura, sistemas y herramientas para almacenar, procesar e interpretar los datos que provienen de la genómica y la proteómica), pero se deberán estimular también otros campos muy actuales de convergencia de la Biología con otras ramas de la ciencia, como son:

-Biología computacional: utilización de modelaciones y simulaciones matemáticas

para los nuevos productos de la Biotecnología y la industria farmacéutica, la comprensión de cuestiones biológicas básicas, en particular, el estudio de los sistemas de vida artificial, algoritmos genéticos, redes neuronales, etc.

-Biocomputación: es decir, el desarrollo y utilización de sistemas computacionales basados en modelos y materiales biológicos (*biochips*, biosensores, computadoras de ADN).

-Sistemas complejos: el desarrollo de los aspectos básicos a ellos asociados como los problemas de *autoorganización*, teoría del caos y otros, dada la relación que tienen con la Biología computacional y con muchas otras ramas de la ciencia, incluyendo el estudio de los fenómenos ambientales y sociales.

● *Materiales de avanzada*

Con énfasis especial en el desarrollo de materiales para la acción controlada de principios activos, para medios de diagnóstico, sensores, adhesivos, nuevos materiales de envase, recubrimientos, etc., propiciando la mayor vinculación posible con los grupos 1 y 2.

● *Ciencias de la información*

Además de lo relacionado con la Bioinformática, que constituirá la principal prioridad, se deberán también apoyar otras investigaciones básicas en este campo de gran actualidad, en las cuales el país tiene capacidades, como las vinculadas a los problemas de la teoría de la información, la criptografía y la seguridad de datos, el reconocimiento de patrones y otros.

● *Nanotecnologías*

Nueva rama de la ciencia, de gran auge en estos momentos en el mundo y con grandes perspectivas, sobre la cual prácticamente no se trabaja en el país. Deberá estimularse la creación de algunas capacidades mínimas en este campo, que permitan al menos dar seguimiento al tema y encontrar oportunidades.

La definición concreta de las prioridades estratégicas en cada período deberá lograrse teniendo en cuenta los criterios de órganos asesores, instituciones especializadas y grupos de expertos, los cuales deberán valorar las perspectivas del área en cuestión dentro de la ciencia internacional; su posible vinculación futura con actividades prácticas de interés para el país y, sobre todo, las posibilidades de obtener, con los recursos disponibles y accesibles, resultados de excelencia competitiva internacionalmente.

Recuadro 2.4

Principales resultados con impacto científico

- Factores de riesgo de dengue hemorrágico.
- Desarrollo de un programa de lucha contra el TRIPHS PALMI KARNI y su impacto en la agricultura cubana.
- Análisis y cartografía de la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria en Cuba.
- Obtención de una proteína P64K mutada.
- Los PMN como células efectoras esenciales contra *Neisseria meningitidis B* y su posible papel inductor y regulatorio en la respuesta inmune de VA-MENGOC-BC
- Espectros de energías, densidad de niveles, polarización del spin, propiedades de transporte y ópticas en puntos cuánticos y trampas de átomos.
- Ideoamérica: La literatura cubana en el contexto literario iberoamericano y sus reflejos de la identidad cultural.

CITMA 2002

Consideraciones finales

Cualquiera que sea la valoración que pueda hacerse sobre la actividad científica y tecnológica en Cuba con anterioridad a 1959, no cabe la menor duda de que lo acumulado hasta ese momento en cuanto a científicos y especialistas, instituciones, tradiciones e información, entre otros elementos, era insuficiente en relación con las dimensiones del proyecto económico y social que la Revolución cubana adelantó de inmediato.

La percepción de los líderes del proyecto económico y social cubano, hace 45 años, de que alcanzar los principales objetivos y poner, en consecuencia, la ciencia y la tecnología al servicio del desarrollo humano, no dependía solamente --factores políticos aparte-- de la transferencia de tecnología y de su financiamiento externo, sino, al propio tiempo, de la construcción y disponibilidad de una base científica y tecnológica nacional, pero, sobre todo, *la real e inmediata puesta en práctica de decisivas acciones* para materializar esa construcción, denota en ellos una de las más perspectivas visiones entre las observables en los países subdesarrollados en la segunda mitad del siglo XX. La rapidez y claridad con que se puso manos a la obra al respecto se han hecho, justamente, proverbiales.

Con el desarrollo humano como objetivo primordial de ese proceso, no resulta casual que los primeros pasos, dados en esta dirección estuvieran precedidos por la realización, en 1961, de la Campaña Nacional de Alfabetización, que sentó las bases para que la actividad científica y tecnológica no deviniera después realización privilegiada de algunas capas o grupos sociales; para que no constituyera un enclave de real o posible conocimiento en un enorme espacio de escasa escolaridad.

De igual modo, con excepción, quizás, de los primeros años después de 1959, en que una masa de varios cientos de miles de desempleados gravitaba sobre la economía, desde el comienzo mismo del proceso revolucionario en Cuba, se rechazó las tecnologías de alta densidad de fuerza de trabajo. Esto se manifestó especialmente para las labores de la agricultura cañera, pero no sólo para ellas. *Profundos motivos históricos, humanos y sociales*, estaban en la raíz de esta actitud y de las correspondientes decisiones adoptadas desde entonces. Para la Cuba de 1959, el estado de ánimo al respecto podía, probablemente, expresarse con los versos escritos en 1925 por el poeta ruso Serguei Esenin: “Cuando siento rugir los motores entre la niebla y las tormentas, / yo por nada del mundo querría volver a escuchar las carretas.”

La disponibilidad de tecnologías provenientes de la hoy desaparecida Unión Soviética y de otros países socialistas, y su financiamiento “blando” viabilizó, independientemente de determinadas limitaciones, este planteo. No se trataba, en general, ni de tecnologías simples o primitivas, que no fueron afectadas por la revolución industrial, ni de tecnologías altamente modernas, que caracterizan la actual revolución científico-técnica. Se trataba, en un sentido general, de tecnologías moderadamente modernas, de uso habitual en los países desarrollados en los años 50, a las que posteriormente se les ha señalado insuficientes eficiencia energética y confiabilidad, así como agresividad ambiental.

En la medida en que hubo una evaluación externa favorable respecto a la consolidación del proceso político en Cuba y mejoraron, en consecuencia, las fuentes de financiamiento en moneda convertible, aumentó la transferencia de tecnología hacia Cuba desde países desarrollados de economía de mercado. Esta transferencia tuvo éxitos variables y deficiencias, debidas éstas, en algunos casos, a fallos de la tecnología en sí y, en otros, a nuestra insuficiente cultura empresarial.

La evaluación social de la tecnología es una piedra de toque en toda política científica y tecnológica. El considerable flujo de tecnología que ocurría en Cuba llevó, a fines de los años 70, como parte de los trabajos para el establecimiento de un sistema de dirección de la economía, a la promulgación de un reglamento para las inversiones que contenía *un sistema de evaluación social de la tecnología*. Según este dispositivo legal, eran objeto de evaluación, entre otros numerosos aspectos, las cuestiones referentes a la propiedad industrial involucrada, a los impactos ambientales de las tecnologías contenidas en una propuesta de inversión y a las posibilidades de soluciones tecnológicas nacionales.

A partir de la segunda mitad de los años 70, precisamente, se insiste en la necesidad de modificar la mentalidad importadora y de fortalecer un enfoque de productores y exportadores. En diciembre de 1984, se plantea en la Asamblea Nacional que el nivel de desarrollo social alcanzado permitía --y la situación internacional exigía-- enfatizar en un desarrollo económico centrado en el comprometimiento mayor de la base técnico-productiva creada y un *alineamiento superior de los centros de investigación con su importante potencial científico-técnico*.

En este camino, en la década de los 80, la voluntad política orientada al propósito humanista consustancial al programa de salud,

Poner la ciencia y la tecnología al servicio del desarrollo humano no depende solamente --factores políticos aparte-- de la transferencia de tecnología y de su financiamiento externo, sino, al propio tiempo, de la construcción y disponibilidad de una base científica y tecnológica nacional

lanzado a principios de los años 60, propicia una firme incursión en una esfera de alta tecnología --la Biotecnología--, que constituyó una fuerte apuesta de futuro, hoy validada por el desarrollo ulterior de los acontecimientos. Esta incursión encuentra un punto de partida sólido en las instituciones de investigación biomédica que a impulsos de ese programa se habían venido creando, precisamente, desde entonces.

Desde los años 90, la política tecnológica experimenta una inflexión, con aspectos claramente diferenciados entre sí como la recurrencia, por una parte, a tecnologías tradicionales o muy tradicionales y, por otra, la fuerte irrupción, por la vía de la transferencia desde el exterior, de la tecnología de la información; una nueva apuesta por una estratégica generación nacional de productos y sistemas informáticos en el rumbo hacia una sociedad de la información puesta en función del beneficio de todos los cubanos y los logros ya firmes en la exportación de productos y procesos de alta tecnología *autóctona*.

Puede decirse, en resumen, que la aplicación de la ciencia y la tecnología al desarrollo humano en Cuba con posterioridad a 1959, ha estado determinada, en lo que a *transferen-*

cia de tecnología desde el exterior se refiere, por las políticas de producción, inversionista y comercial, y por elementos presentes en la conciencia social colectiva, que fueron adecuadamente percibidos por la dirección política. Esta política fue además influida por factores *exógenos*, tales como la pertenencia al CAME y, más recientemente, por los esfuerzos de reinserción en la economía global.

Por su parte, la *generación nacional de conocimientos científicos y tecnológicos* ha tenido muy en cuenta, sobre todo, la prioridad de honda raíz humanista dada a la salud pública y a su soporte científico y tecnológico, los requerimientos ambientalistas y el hecho evidente de que la agricultura y los factores sociales de cada país requieren soluciones que no pueden, en general, ser transferidas desde el exterior.

El cambio tecnológico que se ha venido produciendo en el país resulta, finalmente, de la conjunción de esas *dos vertientes* de lo que se ha dado en llamar la aplicación de la ciencia y la tecnología al servicio del desarrollo. En los capítulos 3, 4 y 5, a continuación, se analizan las experiencias cubanas en las tres dimensiones de esos cambios: económica, social y ambiental. ■

Recuadro 2.5

El pensamiento social cubano del siglo XX

Al igual que en el siglo XIX, el pensamiento social cubano exhibió, en un gran número de figuras, un nivel de aliento transformador comparable al de importantes corrientes del pensamiento del siglo XX y se desarrolló en enfrentamiento permanente con corrientes negadoras de valores que sustentaban los cambios profundos necesarios a la sociedad cubana. Solo sería posible mencionar aquí los nombres de tres grandes maestros: Fernando Ortiz, Ramiro Guerra y Emilio Roig de Leuchsenring, y a la considerable figura de Carlos Rafael Rodríguez, que profundizaría el camino en el análisis marxista de la realidad nacional.

En estas primeras seis décadas del siglo XX no

se encuentran en Cuba las condiciones indispensables para una verdadera repercusión social de las actividades científicas y tecnológicas y para la introducción del progreso científico y tecnológico con fines humanos; mucho de lo que hubiera podido servir de base mínima para un desarrollo autóctono en el siglo XX, a partir de los limitados resultados alcanzados en el siglo XIX, fue desconocido o deformado por la total intervención de los intereses foráneos en la vida nacional. Pero en la sociedad y su pueblo quedarán numerosas muestras de la existencia de un espíritu creador científico-técnico, que va a realizarse, en su continuidad y en su ruptura con el pasado, a partir de 1959.

Clark 1999

Referencias

- ACC 1985. *Metodología para la elaboración del plan de coordinación de los problemas principales del quinquenio 1986-1990*. La Habana, ACC.
- ACC 1987. Resolución 171/87 estableciendo los principios generales del sistema de introducción de logros. *Gaceta Oficial*, 85:49, 771-782, 1 junio.
- ANIR 2002. Historia de la ANIR. Versión II, Informe al V Congreso de la ANIR, abril.
- Castro, F. 1960. Discurso en el acto conmemorativo del XX aniversario de la Sociedad Espeleológica en Cuba. En: Núñez Jiménez, A. 1961. *Veinte años explorando a Cuba*. La Habana, Imprenta del Instituto Nacional de la Reforma Agraria, p. 292-309.
- . 1963. Discurso en la reunión con estudiantes de secundaria básica. *Obra Revolucionaria*, Núm. 32, 28 de noviembre.
- CIEM 1997. *Investigación sobre el desarrollo humano en Cuba 1996*. La Habana, Caguayo S.A.
- CITMA 1998. *Cuba: selección de indicadores de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente*. La Habana.
- CITMA 2001. *Cuba: selección de indicadores de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente*. La Habana.
- CITMA 2002. *Principales impactos de la ciencia y la innovación tecnológica*. La Habana, CITMA.
- CSU (Consejo Superior de Universidades) 1962. *La reforma de la enseñanza superior en Cuba*. La Habana. 115 p.
- Clark, Ismael 1999. *138 años de la Academia de Ciencias de Cuba: visión de la ciencia en el proceso histórico cubano*. La Habana, Editorial Academia.
- Forum 2000. El Forum, un movimiento de masas. Serie cronológica, diciembre.
- Forum 2000a. Forum Nacional de Ciencia y Técnica Núm. 13, diciembre.
- García Capote, E. 1985. "Fijación de prioridades: algunas experiencias sobre planificación y dirección de la ciencia y la técnica en Cuba." En: López Facal, J. (ed.) *Materiales del Seminario Iberoamericano de Política Científica*. Madrid, CSIC y OEA, pp. 125-134.
- García Capote, E. 1998. "Surgimiento, evolución y perspectivas de la política de ciencia y tecnología en Cuba (1959-1995)." En: *Tecnología y Sociedad*. Tomo I, pp. 64-96
- Le Riverend, J. 1971. *Historia económica de Cuba*. La Habana, Instituto Cubano del Libro.
- Núñez Jiménez, A. 1964. "Consideraciones en torno a la revolución científico-técnica en Cuba." *Cuba Socialista*, Primera Epoca, Núm. 38, octubre, p. 44-56.
- ONE 2000. *Anuario Estadístico de Cuba 1999*. La Habana, ONE.
- ONE 2001. *Anuario Estadístico de Cuba 2000*. La Habana, ONE.
- PCC 1976. "Sobre política científica nacional." En: *Tesis y resoluciones. Primer Congreso del Partido Comunista de Cuba*. La Habana, Departamento de Orientación Revolucionaria del Comité Central del Partido Comunista de Cuba, pp. 452-458.
- Pérez, C. 1991. *National systems of innovation, competitiveness and technology*. División Conjunta CEPAL/ONUDI de Industria y Tecnología, p.27.
- RICYT 2001. *Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos*, Argentina. <http://www.ricyt.edu.ar>
- Sáenz, T. y E. García Capote 1975. "Cuba Socialista: Desarrollo de la Ciencia y la Técnica." *Revista América Latina*. Moscú, pp. 27-45.
- Sáenz, T. y E. García Capote 1989. "Ernesto Che Guevara y el desarrollo científico-técnico en Cuba." *Cuba Socialista*. Segunda Epoca, Núm. 41, septiembre-octubre, La Habana, pp. 41-65.
- Simeón, R. 1996. "Estrategia de la ciencia y la tecnología en Cuba." En: Faloh, R. y E. García Capote (eds.). *Seminario Iberoamericano sobre Tendencias Modernas en Gerencia de la Ciencia y la Innovación Tecnológica. IBERGECYT' 97*. Memorias. La Habana, GECYT y CYTED.

