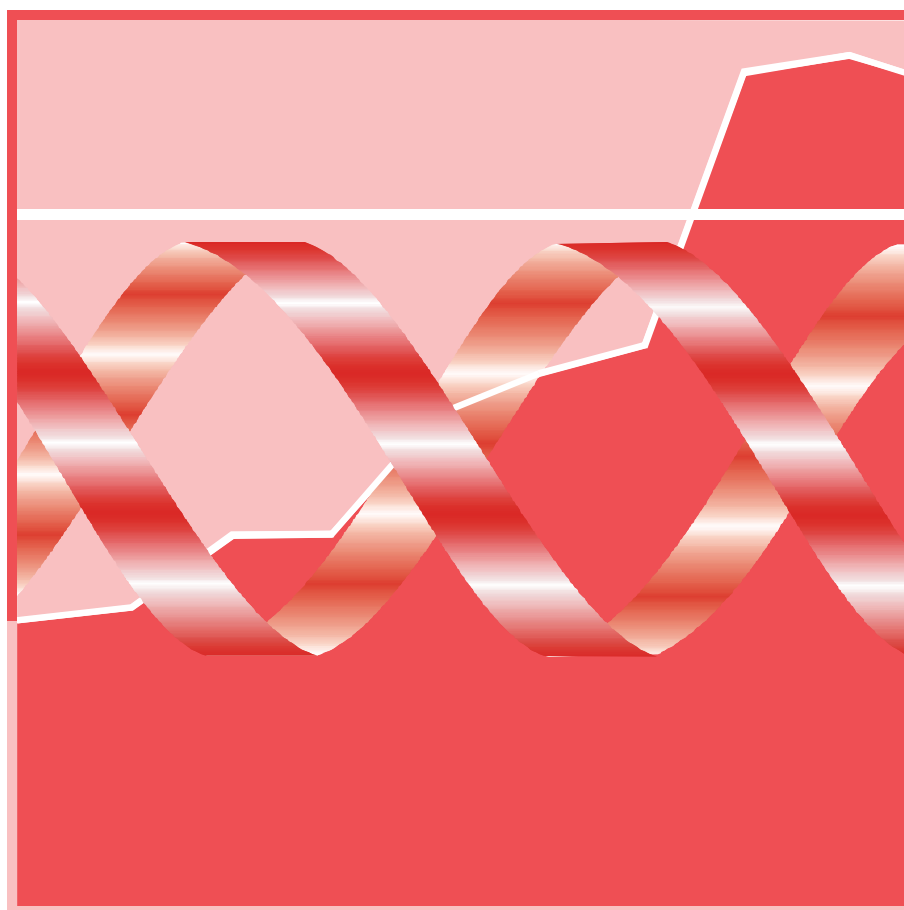


SEGUNDA PARTE:

Ciencia y tecnología al servicio del desarrollo humano en Cuba



CAPITULO 3: Ciencia y tecnología al servicio del desarrollo humano en Cuba. Dimensión económica

CAPITULO 4: Ciencia y tecnología al servicio del desarrollo humano en Cuba. Dimensión social

CAPITULO 5: Ciencia y tecnología al servicio del desarrollo humano en Cuba. Dimensión ambiental

CAPITULO 6: Cuba y la cooperación internacional en ciencia y tecnología

CAPITULO 7: Situación del desarrollo humano y del adelanto científico y tecnológico de Cuba en el contexto de América Latina y el Caribe

CAPITULO 8: El desarrollo humano y la equidad en Cuba a escala territorial: una visión actualizada



Ciencia y tecnología al servicio del desarrollo humano en Cuba.

Dimensión económica

Impacto del desarrollo científico y tecnológico en Cuba

Conocer el impacto de los resultados de la ciencia y la tecnología a escala de un país, un sector de la economía o un territorio resulta de gran utilidad para la adopción de decisiones en política científica y tecnológica, en materia de aseguramiento de recursos y desarrollo de infraestructura, establecimiento de prioridades y evaluación de esta esfera de actividad.

El esfuerzo que se realiza en Cuba para medir el impacto de los resultados de la ciencia y la tecnología, coloca al país en la etapa más actual de la evolución histórica de los indicadores de ciencia y tecnología, y constituye un paso importante para evaluar la eficiencia y potencialidad del Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica.¹

Es cierto que el impacto puede ser positivo o negativo, previsible o imprevisible. Los resultados que recoge este capítulo revelan los avances experimentados en la esfera científico-tecnológica por algunos sectores de la economía cubana. Es decir, sólo se menciona algunos avances que destacan por su contribución positiva en la evolución histórica y económica del país, como son el complejo agroindustrial y algunas industrias. Con el conocimiento pleno de las dificultades que ha atravesado el proceso de desarrollo socioeconómico cubano, en esta ocasión se pretende apuntar solamente algunos resultados en la esfera científico-tecnológica, y se ofrece una periodización de las transformaciones científico-tecnológicas en Cuba en relación

con la estrategia de desarrollo económico. Estas esferas de actividad están estrechamente interrelacionadas y resultan dependientes la una de la otra.

En general, se podría distinguir tres grandes períodos que marcan pautas en el desarrollo científico-tecnológico del país: desde 1959 hasta mediados de los 70, segunda mitad de los 70 hasta finales de los 80 y desde la década de los 90 hasta la actualidad.

Las transformaciones económicas y tecnológicas se inician en 1959, de un pasado deplorable para llegar a una etapa de mayor institucionalización a mediados de los 70 en la que confluyen elementos como la incorporación de Cuba al CAME (1972) y la celebración del I Congreso del Partido Comunista de Cuba (1975), que trazaría pautas rectoras en todas las esferas del desarrollo político, económico, social y tecnológico. En la década de los 80, se avanza en la consolidación de una base científico-tecnológica importante que le permite al país adecuar más su desarrollo a las necesidades internas y a la coyuntura internacional.

A partir de 1989, el desarrollo económico fue afectado severamente por la desaparición del campo socialista y han sido, precisamente, los logros científico-tecnológicos, los que han permitido enfrentar las dificultades surgidas desde entonces.

Resulta de vital importancia mencionar el tradicional vínculo entre los resultados económicos y los adelantos científico-tecnológicos. En el caso de Cuba, durante los años del proceso revolucionario, los resultados económicos han permitido impulsar el desarrollo científico-tecnológico, en la medida en que se ha logrado establecer un equilibrio en relación con el desarrollo integral del país. La concepción de la estrategia socioeconómica parte del supuesto básico de que el crecimiento contribuye al desarrollo, siempre que sus resultados inmediatos se transfieran a toda la población y en la medida en que sea atendido el desarrollo humano en todos los sectores

La concepción de la estrategia socioeconómica parte del supuesto básico de que el crecimiento contribuye al desarrollo, siempre que sus resultados inmediatos se transfieran a toda la población y en la medida en que sea atendido el desarrollo humano en todos los sectores sociales

1. En estos años, la Dirección de Tecnología e Innovación del CITMA ha emprendido el estudio del impacto de los logros de la ciencia y la técnica, seleccionando como base la realidad nacional, la coyuntura internacional y las condiciones actuales que enfrenta Cuba para lograr un mayor desarrollo humano. Entre estas investigaciones, se incluyen algunos proyectos desarrollados, tales como: Hacia la medición de la ciencia y la innovación tecnológica a través del impacto de sus resultados y Principales impactos de la ciencia y la innovación tecnológica cubanas en el 2002, elaborados por los doctores Vito Quevedo Rodríguez y Jesús Chía Garzón, y el Lic. Armando Rodríguez Batista.

Algunos efectos del bloqueo

“Estudios preliminares han demostrado que el monto total de las pérdidas económicas de Cuba en más de cuatro décadas en que ha estado vigente el bloqueo, podría superar ya los 72 mil millones de dólares.” “No existe ningún sector de la economía cubana que no se haya visto afectado por los efectos extraterritoriales de esta política. Se calcula que en el año 2002, el bloqueo estadounidense provocó afectaciones al comercio exterior cubano valoradas en 685 millones de dólares, cifra que supera a la del 2001 en 41.8 millones de dólares.”

- Comercio exterior: “Las arbitrarias regulaciones y legislaciones que articulan la política de bloqueo económico, comercial y financiero de EUA contra Cuba ocasionan pérdidas significativas de recursos y divisas. Se calcula que en el año 2002, provocó afectaciones valoradas en 685 millones de dólares, cifra que supera a la del 2001 en 41.8 millones de dólares.”

- La moneda: “Ante la prohibición de utilizar el dólar de los Estados Unidos en sus transacciones comerciales y financieras externas, Cuba está obligada a realizar dichas operaciones en monedas de terceros países. Lo anterior significa un incremento de la exposición a los riesgos cambiarios, que le imprimen un mayor clima de incertidumbre a los procesos de planificación real, lo cual ineludiblemente se traduce en mayores costos operacionales.”

- Salud: “Las restricciones impuestas a la adquisición de suministros y tecnologías médicas de procedencia norteamericana para su empleo en el sistema nacional de salud, las afectaciones a la asistencia médica que ello representa y el impedimento al acceso a la información científica avanzada, han causado considerables perjuicios a los servicios de la salud pública cubana.” Un ejemplo: “Las empresas productoras de equipos y reactivos para diagnósticos son, en el 70% de los casos, de propiedad norteamericana. Como consecuencia de ello, los insumos necesarios para el trabajo de los laboratorios clínicos deben ser importados del mercado europeo, a un precio muy superior.”

- Alimentación: “Las medidas de bloqueo afectan las importaciones de productos alimenticios con destino a la población cubana y las prohibiciones impuestas a la exportación de productos alimentarios a EUA provocaron pérdidas para Cuba por un valor de 114 millones de dólares en el año 2002.”

- Agricultura: “Sufrió afectaciones que alcanzaron un monto de 108.5 millones de dólares”. “El costo directo del bloqueo a la producción avícola asciende a los 59.6 millones de dólares.”

- “Las restricciones para la adquisición de combustible, piezas de repuesto para equipos agrícolas, transporte de carga, medios para la protección de plantas y fertilizantes, etc., provocan pérdidas de cerca de 0.5 millones de dólares por concepto de fletes (desde Asia y Europa del Este).” “Estas medidas inciden directamente sobre el enfrentamiento a las plagas que afectan a la masa animal cubana, algunas de ellas introducidas en el

país como consecuencia de agresiones biológicas norteamericanas. Enfrentar solamente dos de estas plagas, la Dermatitis Nodular Bovina y la Varroasis en las abejas, cuesta al país cerca de un millón de dólares anualmente.”

- Educación: “Debido a las restricciones que el bloqueo impone a Cuba, el poder de compra para la importación de medios y recursos destinados a las escuelas cubanas disminuyó entre 25 y 30% desde principios de la década de 1990, puesto que éstos deben adquirirse en mercados lejanos y, en ocasiones, a precios superiores. Debido a las dificultades en las compras, se ha afectado el suministro de lápices, libretas y papel para uso general del proceso docente, que aún no rebasa la mitad de lo que se adquiría en 1989. Con grandes esfuerzos, sólo se imprime el 50% de las necesidades de libros de texto y bibliografías complementarias, mientras se ha producido un envejecimiento y deterioro de los laboratorios de física, química y biología, así como de los talleres de educación laboral en la enseñanza media. A las carencias derivadas del recrudecimiento del bloqueo, se ha sobrepuesto la voluntad política del gobierno cubano de mantener y mejorar los conocimientos del pueblo, lo que se demuestra en la asignación, en el 2003, de más de 3 mil millones de pesos del presupuesto del Estado, el 23.8% del total, para el financiamiento del sistema educacional.”

- Cultura: “Una de las más ridículas medidas aplicadas por el gobierno estadounidense es la prohibición a los artistas cubanos de realizar presentaciones de carácter comercial en ese país. A los artistas cubanos no les está permitido firmar contratos comerciales de trabajo en los Estados Unidos y, por tanto, recibir honorarios por sus actuaciones. Sólo en el período que media entre mayo del 2002 y abril del 2003, se realizaron 497 actuaciones en los Estados Unidos por 32 unidades artísticas cubanas, las que, acorde con su nivel, calidad y capacidad de convocatoria, debieron haber recibido más de 13 millones de dólares.”

- Industria hotelera: “No ha escapado a los efectos negativos del bloqueo, los que tienen mayor incidencia si se considera que esta industria es la principal fuente de ingresos de la economía nacional... Estudios de la Universidad de Colorado y de la firma consultora *The Brattle Group* indican que si las restricciones de viajes a Cuba fueran levantadas, el sector turístico cubano ingresaría cerca de 576 millones de dólares sólo en el primer año.”

Las leyes del bloqueo impiden a Cuba el acceso al financiamiento de los organismos multilaterales y regionales de desarrollo. “En el ejercicio fiscal 2002, el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo aprobaron préstamos para proyectos en América Latina que ascendieron a 4 365.8 millones de dólares y 4 548.0 millones de dólares, respectivamente. De tener Cuba la posibilidad de acceder a tales préstamos, en el 2002 podrían haberse obtenido unos 200 millones de dólares, lo que garantizaría la ejecución de importantes obras sociales, tecnológicas y de infraestructura en el país.

sociales. No basta con disponer de notables tasas de crecimiento, si sectores mayoritarios de la población carecen de los medios de subsistencia elementales, como es el caso de la mayoría de los países en desarrollo.

En cuanto al desarrollo económico de Cuba, se observan etapas en las que las tasas de crecimiento no han sido todo lo satisfactorias que se podía desear y, sin embargo, se ha dado prioridad a la distribución de los recursos para garantizar los servicios más importantes a la población y elevar, o mantener, los niveles de desarrollo de los sectores sociales.

A los errores cometidos, lógicos e inherentes a todo proceso de desarrollo, hay que añadir el impacto de las diversas sanciones económicas impuestas por Estados Unidos, desde 1960, y llevadas a la práctica a través del bloqueo. Estas presiones se han intensificado en la década de los 90 por medio de la Ley Torricelli (1992),² la Ley Helms Burton (1996)³ y la Ley de Reforma de Sanciones.⁴

El bloqueo ha ejercido y ejerce un enorme impacto negativo en todas las esferas del desarrollo del país, incluidas la ciencia y la tecnología. En este campo, impide el acceso a las nuevas tecnologías y crea nuevos obstáculos para el desarrollo político, económico, social y científico-técnico.

Este capítulo recoge, desde una perspectiva histórica, algunos resultados relevantes de la aplicación de los avances de la ciencia y la tecnología en Cuba.

Desempeño económico y avances científico-tecnológicos entre 1959 y mediados de los años 70

El gobierno cubano decidió enfrentar los retos del desarrollo tecnológico desde posiciones realistas, en correspondencia con los niveles de desarrollo económico presentes en el país al triunfo de la revolución.

Cuba era un país subdesarrollado, pobre en recursos naturales, carente de fuentes de materias primas energéticas, poseedor de yacimientos importantes de hierro, los cuales demandaban una tecnología apropiada para su fase metalúrgica que, todavía, se encontraba en etapa de investigación y desarrollo.

2. Institucionalizó el carácter extraterritorial de las sanciones económicas --que incluyen el comercio, las relaciones financieras y las inversiones--, no sólo entre ambos países, sino de Cuba con terceros.

3. Confiere jerarquía de ley a todas las prohibiciones del bloqueo e intenta impedir la inversión extranjera en forma de capitales, tecnología y mercados en Cuba, así como extiende su acción contra toda la comunidad internacional.

4. Corroboración del régimen de disparidades comerciales y aplica con rigor restricciones adicionales a las ya refrendadas en leyes anteriores.

Por otra parte, presentaba una estructura económica deformada, con base en un incipiente desarrollo agropecuario y un escaso desarrollo industrial. Este dependía, en lo fundamental, de la industria azucarera, cuyas fluctuaciones se debían no sólo a los precios en el mercado internacional, sino, también, a los fenómenos climatológicos.

Tampoco contaba la economía con una fuerza de trabajo calificada, como consecuencia derivada del atraso general del país. Este factor se agudizaría al incrementarse el éxodo de una parte considerable de los profesionales al triunfo de la revolución. Este éxodo incluyó a los técnicos norteamericanos, quienes, por lo general, ocupaban cargos importantes en las industrias cubanas, y a los profesionales cubanos, obreros calificados, técnicos de nivel universitario y medio, quienes fueron alentados a abandonar el país con diferentes medidas económicas, propagandísticas y hasta sicológicas.

Las circunstancias previamente explicadas sustentan la tesis de que, en Cuba, el tránsito hacia una economía de mayor desarrollo tecnológico requeriría un lapso de tiempo para crear el potencial humano y científico capaz de garantizarlo.

Se imponía la elaboración de una política tecnológica que orientara el proceso inversionista en dos direcciones esenciales: hacia los más importantes sectores de la economía, que pudieran garantizar el despegue económico, y hacia la creación de una infraestructura educacional, científica y tecnológica encargada de dirigir la investigación, aplicarla y optimizar las vías para la selección y asimilación de las tecnologías.

La estrategia de desarrollo del país coincidía con estos postulados. Se pretendía acelerar el proceso de modernización del sector agrícola, que constituía la principal fuente de materias primas del país para las empresas industriales orientadas al consumo interno y la exportación.

Al sector industrial, correspondía el segundo lugar en la estrategia de distribución de las inversiones. La idea era priorizar las industrias básicas --mecánica, química, de materiales de construcción y energética--, con lo cual se trataba de establecer un equilibrio en el desarrollo económico general para satisfacer las demandas de los sectores agrícola, industrial y de infraestructura.

Un factor clave en el diseño de la estrategia de desarrollo (y su componente de desarrollo tecnológico) lo constituyeron las posibilidades reales de Cuba para impulsar una política de especialización en algunos secto-

res, susceptibles de inserción en el sistema socialista de división internacional del trabajo. Debido a las características específicas de la estructura económica cubana, esto implicaba fortalecer las inversiones dentro del grupo de industrias relacionadas con la exportación de productos tradicionales, tales como azúcar, níquel, frutas, tabaco y derivados de la industria pesquera.

En esa época, se desarrollaron los primeros centros de investigación científica con el objetivo de diversificar los derivados de la caña de azúcar --nuestro principal cultivo--, o destinados a la prospección y desarrollo de la minería, la metalurgia y la geología, así como a impulsar otras ramas de la economía.

Desde su posición al frente del Ministerio de Industrias, el comandante Ernesto Guevara promovió la creación de varios institutos de vocación tecnológica. Entre ellos se destaca, también en la década del 60, la creación del Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC) y el Instituto de Ciencia Animal (ICA), los que pasarían a formar parte del sistema de la Universidad de La Habana.

En el seno del CNIC, se inicia la preparación de grupos de investigación que después conformarían el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). En estos primeros años, fueron organizados, también, el Instituto de Ciencias Agrícolas y el Centro de Investigaciones Digitales, hoy Instituto Central de Investigaciones Digitales (ICID).

Las investigaciones en el área de la Biología recibieron un fuerte apoyo. Durante esta década, fueron creadas otras trece instituciones investigativas, dedicadas a las Ciencias Médicas y de la Salud, para apoyar los planes de promoción de la salud.

Con el paso de los años, ha resultado revelador el tratamiento que, en los primeros momentos, recibieran las discusiones teóricas, nacionales e internacionales, generadas en torno al desarrollo económico del país y a su política tecnológica. La historia ha demostrado que en un país subdesarrollado, tanto la agricultura como la industria deben avanzar de forma conjunta y en plena interrelación, para que los avances sean realmente equilibrados. La única justificación, parcial e incompleta, pero válida, para contraponer el sector industrial al agrícola radicaba en la demanda del bloque socialista de que sus integrantes alcanzaran un mayor desarrollo industrial, capaz de garantizar la defensa del sistema. Sin embargo, a mediano y largo plazos, las características específicas de cada economía podían impedir el avance real del proceso, estableciendo desequilibrios notables en la es-

Las circunstancias previamente explicadas sustentan la tesis de que, en Cuba, el tránsito hacia una economía de mayor desarrollo tecnológico requeriría un lapso de tiempo para crear el potencial humano y científico capaz de garantizarlo

Desde los inicios del proceso revolucionario, la estrategia de desarrollo socioeconómico demandaba el tratamiento integral de las dimensiones científico-tecnológica, económica y social

estructura económica. Este fenómeno estuvo presente en muchas economías durante las décadas de los años 70 y 80, tanto socialistas como en vías de desarrollo, especialmente, en la URSS, India, China y México.

En Cuba, estas discusiones también fueron importantes durante los primeros años del gobierno revolucionario. En medio de la compleja coyuntura interna e internacional por la que atravesaba Cuba en 1961, las autoridades revolucionarias formularon una estrategia de desarrollo económico que colocaba, como objetivo esencial, la rápida industrialización del país. Para lograrlo, se debía priorizar la industria pesada. Debía, asimismo, fomentarse la diversificación de la agricultura y la sustitución de importaciones por producciones nacionales.

Durante los primeros años del proceso revolucionario, se observa una marcada tendencia a perfeccionar las bases agroindustriales, como componente esencial de la estrategia socioeconómica integral para eliminar el problema de la pobreza rural. Con ello, se aspiraba a utilizar al máximo el potencial vinculado al sector agropecuario. Este principio regiría muchas de las decisiones adoptadas en materia de tecnologías.

Desde los inicios del proceso revolucionario, la estrategia de desarrollo socioeconómico demandaba el tratamiento integral de las dimensiones científico-tecnológica, económica y social. Esta estrategia determinaría los derroteros de la ciencia y la tecnología.

En marzo de 1962, el comandante Ernesto Guevara esbozó una posible estrategia para la industria cubana y señalaba que existían cuatro líneas importantes de desarrollo para el país: metalurgia, construcción naval, electrónica y derivados de la caña de azúcar (Sáenz y Capote 1989).

Otro hito importante fue el impulso que recibió la creación de capacidades para emprender tareas relacionadas con la prospección y exploración de los recursos minerales del país. Consecuentemente, se incrementaron los estudios sobre las reservas de níquel, cobre, cromo y minerales no metálicos y se introdujo un serio programa, dotado de nuevas tecnologías y maquinarias modernas, para la extracción de petróleo.

El desarrollo de la *industria metalúrgica* tuvo su base en la explotación integral de las reservas de lateritas. Estas reservas habían sido explotadas por los capitales norteamericanos, pero, a partir de 1959, adquirieron una importancia crucial para el desarrollo independiente del país. Las lateritas no sólo aportan níquel y cobalto, sino que se utilizan en la

producción de aceros, fundamentalmente, aceros especiales.⁵

También se amplió la explotación de otros minerales no metálicos complementarios, tales como magnesita, dolomita y cobre.

Los esfuerzos institucionales realizados, a comienzos de la década de los 60, en las investigaciones en las áreas de la minería y la metalurgia, tuvieron como principal tarea la de desarrollar tecnologías adecuadas para el procesamiento de los recursos minerales del país. En esos años, se dedicó especial atención a:

- Profundizar la explotación de las lateritas.
- Estudiar nuevas técnicas de reducción no convencionales, tales como el hierro-esponja, necesarias a causa de la escasez de carbón coquificable, indispensable, en la industria siderúrgica, para las aleaciones.
- Desarrollar nuevas tecnologías de beneficio de minerales como cobre, manganeso y otros no metálicos (Guevara 1966).

El auge alcanzado por la *electrónica* en Cuba ha confirmado la visión de los dirigentes revolucionarios, quienes comprendieron tempranamente su importancia para la automatización de las producciones. Al respecto, Ernesto Guevara señalaba, en 1962:

Todo indica que esta ciencia se constituirá en algo así como una medida del desarrollo, quien la domine será un país de vanguardia. Vamos a volcar nuestros esfuerzos en este sentido con audacia revolucionaria y a incorporarnos al grupo de países que se adapten más rápidamente a las conmociones tecnológicas que están ocurriendo (Guevara 1962).

A comienzos de los 60, se fomentó la formación del potencial humano para actividades de automatización industrial y electrónica. Los nuevos técnicos en estas especialidades tendrían a su cargo la solución de problemas de mantenimiento y reparación de maquinarias, mantenimiento de los medios de control, automatización en la industria azucarera y la investigación concerniente a la introducción de electrónica avanzada.

Otra línea estratégica importante ha sido la relacionada con los *derivados del azúcar*. La industria azucarera tradicional cubana ha-

5. Aunque ya se sabía que el país poseía notables recursos níquelíferos desde la década de los 50, estudios más avanzados, de finales del 2001, han confirmado reservas de níquel y cobalto, estimadas entre las mayores del mundo (reservas probadas de 800 millones de toneladas y probables de 2 000 millones de toneladas).

bía prestado escasa atención a sus potencialidades reales. Por esta razón, fue fundado el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), el que desarrollaría importantes investigaciones en este campo, así como otras instituciones encargadas de articular las ya existentes estaciones experimentales de caña e iniciar las investigaciones para mejorar las variedades, y otras actividades afines.

La temprana voluntad de disponer de tecnologías autóctonas sería respaldada por la creación de otras instituciones orientadas a promover el desarrollo de la industria química, de tecnologías basadas en las condiciones concretas de los suelos y las materias primas de origen nacional.

También fue prioritario el *desarrollo de la maquinaria agrícola*, así como el aseguramiento de la dotación de piezas de repuesto, severamente afectada por la ruptura de las relaciones con los Estados Unidos y la imposición del bloqueo a Cuba.

La industria *alimenticia* experimentó importantes avances, en comparación con el período prerrevolucionario. Antes de 1959, tenía un escaso desarrollo, con tecnologías atrasadas y mayormente artesanales, exceptuando algunas empresas propiedad de norteamericanos u otros extranjeros. La producción nacional no cubría la demanda, por lo que el país se convirtió en importador neto de productos alimenticios.

Entre 1962 y 1964, la estrategia económica era promover aceleradamente el desarrollo industrial y la diversificación, en correspondencia con la desarrollada por la Unión Soviética. Sin embargo, el agudo déficit registrado en la balanza comercial del país desde mediados de 1960, provocó un retorno a la estrategia de desarrollo agrícola. En primer lugar, se retomó el desarrollo azucarero y, en segundo lugar, se promovió el de otras producciones agropecuarias.

Otro momento crucial en esta etapa, lo constituyó la decisión de aplicar, simultáneamente, en la estrategia de desarrollo socioeconómico, una combinación de tecnologías de alta densidad de capital con tecnologías de bajo costo y alta densidad de mano de obra. Aunque el debate internacional de la época aconsejaba a los países la selección de una de las dos variantes a la hora de trazar la política inversionista y tecnológica, para las autoridades cubanas este dilema quedó resuelto desde un primer momento.

Las tendencias internacionales aseguran que las tecnologías intermedias constituyen la vía idónea para el desarrollo de los países pobres, ya que no incrementan el desempleo. Sin embargo, estas tecnologías no son capaces de generar los recursos necesarios para garantizar la supervivencia de millones de personas en el planeta, entre otros factores, porque la competencia internacional resulta desigual y, en la mayoría de los casos, no se tiene acceso a las tecnologías más avanzadas producidas y en aplicación en los países desarrollados.

La solución definitiva de los problemas del desempleo no implica la negación del progreso y la renuncia a crear condiciones tecnológicas avanzadas que impulsen el desarrollo integral de los países más pobres. En este sentido, desde 1961, en Cuba, han sido introducidas tecnologías avanzadas en sectores donde los logros científico-técnicos han ido marcando nuevos derroteros a la Humanidad, mientras que, simultáneamente, se aplicaban tecnologías intermedias en sectores más tradicionales.

El proceso de transformaciones operado en la agricultura cubana en el período revolucionario, hasta 1975, incluyó las transformaciones económico-sociales en el sector, el crecimiento general de la producción agropecuaria y la modernización de la agricultura.

La amplitud y profundidad de las reformas agrarias, realizadas en los años 1961 y 1963, eliminaron la explotación latifundista y establecieron un tamaño máximo de la propiedad agrícola de 30 caballerías (402 Ha), y un mínimo de 1.6 caballerías (26 Ha). Estas transformaciones convirtieron en propietarios a casi 100 000 campesinos y en estatal, alrededor del 40% de la propiedad rural (Rodríguez, C. R. 1963).

Durante los años 60, se inició un intenso programa de mecanización de las actividades relacionadas con la cosecha azucarera, realizadas hasta ese momento manualmente. Este proceso de mecanización contó con tecnologías tanto cubanas como provenientes de los países del campo socialista, y se tradujo en resultados relevantes para el sector agrícola.

Durante esta etapa, las autoridades cubanas declararon que los objetivos de desarrollo científico y tecnológico del país incluían la introducción de las tecnologías más avanzadas --sobre todo, en el sector industrial--, pero, en la práctica, se hizo necesario incorporar tecnologías intermedias en la producción mecánica para favorecer la industria azucarera y la agricultura.

También, fueron importantes las inversiones en otras áreas de la infraestructura agrí-

La solución definitiva de los problemas del desempleo no implica la negación del progreso y la renuncia a crear condiciones tecnológicas avanzadas que impulsen el desarrollo integral de los países más pobres

Tabla 3.1

Resultados relevantes en el desarrollo agrícola (1963-1980)

Año	% corte de caña con combinadas	% corte de caña manual y alza mecánica	% de caña tratada en centros de acopio
1963	...	1	...
1971	3	87	30*
1975	25	96	34
1980	45	98	Más de 40

* Estimado

Edquist 1985, p. 38 y 44

cola; comenzó a desarrollarse el potencial hidráulico nacional, se adaptaron tierras, se construyeron carreteras y se extendió el suministro de energía eléctrica a la mayor parte de la Isla.

Esta fase de la estrategia de desarrollo económico, orientada hacia la producción cañera y la reconfiguración de la producción agrícola no cañera, bases esenciales del crecimiento económico en estos años, culminó a mediados de los años 70. A partir de entonces, el énfasis mayor estaría en el proceso de industrialización del país, para lo cual ya habían sido creadas ciertas condiciones, entre las que la pertenencia, desde 1972, al Consejo de Ayuda Mutua Económica (CAME) revestía especial relevancia.

A partir de 1962, se incrementaron los volúmenes de inversión en el sector industrial. Entre 1960 y 1965, los niveles de inversión crecieron casi seis veces. El énfasis inicial en el sector industrial se desvió hacia una estrategia más moderada y se adoptó un programa de rápida expansión de las exportaciones azucareras.

Históricamente, la tasa de inversión en Cuba ha revelado fluctuaciones importantes. Entre 1920 y 1954, se mantuvo relativamente baja, inferior al 13%. Durante los años iniciales del período revolucionario, entre el 15 y 17%, aunque descendió en la etapa en que se trató de incrementar a toda costa la producción azucarera y se produjo un notable desbalance en la economía, en general. Entre 1971 y 1975, este indicador experimentó una rápida recuperación y se logró alcanzar los niveles más altos: 23,3% en 1980 (Figueras 1994).

Este período se distingue por la transformación técnica de la producción agrícola, especialmente, la agricultura cañera, y por la creación de las bases para impulsar el desarrollo del potencial científico-técnico.

Algunos de los avances obtenidos en el sector agrícola son realmente importantes. El principal indicador del avance tecnológico en la agricultura cañera, es el volumen de cose-

cha mecanizada, que pasó de 2% en 1970 a 19% en 1974.

Comienzan a funcionar, en los 70, nuevas fábricas de equipos e implementos agrícolas, cuyo producto más importante fueron las máquinas combinadas cosechadoras de caña. A estos logros se sumaron otras medidas complementarias relacionadas con el desarrollo de variedades de mayor rendimiento y resistencia a la sequía, el control biológico de enfermedades y el riego.

El efecto más radical de estas transformaciones fue la solución a la demanda de mano de obra generada por las zafras azucareras, las cuales en años anteriores habían requerido la movilización de más de 190 mil hombres.

La sola introducción de una importante innovación tecnológica, la alzadora de caña cortada, no sólo disminuyó la demanda de mano de obra, sino que, también, propició una transformación en la organización laboral, pues permitió agrupar a macheteros individuales en brigadas de 30 a 40 obreros, con mejores condiciones de trabajo (Risquet 1975). No sólo se había introducido un avance tecnológico, sino que se creó la simiente para bases novedosas de organización del trabajo ajenas a las estructuras del subdesarrollo.

En 1963, fue fundado el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos para atender las crecientes necesidades de manejo de las aguas. Este instituto se ocuparía del estudio y control de las aguas subterráneas y superficiales, las investigaciones para la construcción de presas, canales, sistemas de riego y otras obras para el abasto a la población y los planes agrícolas e industriales. Después de un período de fructífera colaboración con especialistas provenientes del campo socialista, los técnicos cubanos adquirieron una gran experiencia en el empleo de las técnicas más modernas para el estudio del territorio nacional y han brindado sus conocimientos en la región del Caribe, América del Sur y África. La capacidad de agua embalsada se incrementó más de 100 veces y, en 1975, era de 4 000 millones de metros cúbicos.

La ganadería, segunda rama en importancia de la agricultura, también experimentó un acelerado proceso de modernización en esta etapa, al pasar, de tradicional y extensiva, a intensiva. Muchos fueron los experimentos desarrollados en el intento de crear una masa ganadera eficiente y resistente a las enfermedades. A tales efectos, se introdujo la inseminación artificial y se emprendió su aplicación masiva en el país. Con técnicas novedosas, se logró incrementar el rebaño de hembras, principalmente, productoras de leche.

También, se impulsó el desarrollo de la avicultura, a la cual se destinaron importantes recursos. Para 1975, la producción de huevos se había incrementado nueve veces en relación con 1963. La ganadería porcina, también, registró una evolución importante, sobre la base de mejoras genéticas y sistemas de producción intensivos. La producción de carne creció casi tres veces entre 1963 y 1975, a pesar de los efectos de la guerra biológica de los Estados Unidos, que introdujo la fiebre porcina a principios de los 70, la cual azotó severamente la masa ganadera.

En esta etapa, en la industria azucarera se iniciaron investigaciones científicas esenciales, lo cual permitió el desarrollo de la producción de alcoholes y licores, de levaduras y mieles para la ganadería, de pulpa de papel y maderas artificiales, entre otras.

Otro logro agrícola relevante fue el auge de la producción de arroz. Se introdujeron variedades mejoradas, se construyeron extensos sistemas de regadío y fue mecanizado íntegramente el cultivo, con lo que se incrementó considerablemente la producción.

En 1965, se creó el Ministerio de la Industria Alimenticia (MINAL), que concentró la producción de los bienes de consumo alimenticios industrializados. Entre 1966 y 1970, las inversiones en este sector ascendieron a 53 millones de pesos. Entre 1971 y 1975, fueron más de 100 las plantas completas contratadas, en proceso de construcción o de puesta en marcha, con un valor de 195 millones de pesos. La producción de esos años ascendió a 1 370 millones de pesos (Menéndez 2000).

Después del triunfo revolucionario, el transporte experimentó importantes cambios, a partir de la intención del gobierno revolucionario de incrementar los medios, tanto de pasajeros como de carga, en consonancia con los nuevos proyectos de desarrollo. El transporte rural por ómnibus, por ejemplo, era muy pobre antes de 1959, debido a que las redes de carreteras se limitaban a las zonas aleda-

ñas a la capital y ciudades principales. En 1959, operaban solamente 48 rutas rurales, con 180 vehículos, los que transportaban a 3 millones 500 mil pasajeros al año en todo el país (*Business Tips* 1999).

Se inició un ambicioso programa de ampliación y construcción de carreteras para posibilitar el enlace con zonas apartadas del país, lo que resultó trascendental para los nuevos planes de desarrollo. Los nuevos caminos y carreteras abrieron oportunidades para aumentar el bienestar y el nivel de vida de la población rural.

Uno de los sectores económicos que mayores adelantos tecnológicos experimentó en esos años es el de las *construcciones*. La total paralización de las actividades constructivas era la característica fundamental de este sector al triunfo de la revolución, por lo que el impulso dado a esta esfera se integró en la política general de crear puestos de trabajo para la población.

Uno de los primeros pasos, de gran trascendencia social, fue la creación de instituciones encargadas de la construcción de viviendas populares. El 17 de febrero de 1959, fue creado el Instituto Nacional de Ahorro y Vivienda (INAV) --con los ingresos provenientes de la renta de lotería-- para asumir la construcción de viviendas. Paralelamente, nació el Departamento de Viviendas Campesinas (adscrito inicialmente al Ejército Rebelde), que haría otro tanto en las áreas rurales.

Este proceso institucional contribuyó a la tarea del Estado de interrumpir las obras suntuarias y la especulación inmobiliaria, y favoreció la construcción de viviendas para el pueblo. Fueron intervenidas, además, las compañías constructoras que, en combinación con los gobiernos republicanos, se enriquecían subastando viviendas a precios exorbitantes.

Durante esta etapa, surgieron instituciones vinculadas con el desarrollo de la investigación científica y la aplicación de sus re-

Tabla 3.2

Avances tecnológicos en la agricultura

Indicadores	Unidad	1958	1975	Número de veces que creció en el período
Número de tractores	miles	9,0	54,0	6,0
Consumo de fertilizantes	miles de toneladas	187,0	900,0	4,8
Consumo de pesticidas	miles de toneladas	3,5	10,0	2,9
Áreas bajo riego	miles de hectáreas	160,0	580,0	3,6
Consumo de electricidad	millones Kw/h	5,3	245,7	46,4

Rodríguez, G. M. 1980, p. 229

sultados en la producción constructiva. Debe mencionarse las de Planificación Física, Control de la Calidad, Investigación, Experimentación, Normalización y Tipificación. Un paso importante fue la constitución, en el Ministerio de Industrias, de una subsecretaría para la construcción industrial con cuatro direcciones: Inversiones, Proyectos, Ejecución de proyectos e Investigaciones tecnológicas.

El Centro de Investigaciones Técnicas, creado en 1961, ha realizado importantes aportes al desarrollo de la construcción, entre los que se puede mencionar el diseño de tecnología de prefabricado para edificios *Gran Panel*, la tasa *Doble T* pretensada, las traviesas de hormigón *Cuba 70* y *Cuba 71*, el uso de cemento a granel y la pintura cementosa.

La formación de recursos humanos para el impulso de las construcciones y las investigaciones fue abordada desde los inicios del período revolucionario, como respuesta al éxodo de muchos profesionales. Se considera que el 70% de los 1 334 profesionales del sector abandonó el país en los primeros años de la revolución (Toraya-Chavín 2001). Ya a principios de la década de los años 60, egresaban los primeros profesionales formados por la revolución. Se fundó el Instituto Tecnológico de la Construcción “José Martí”, que tuvo su primera graduación en 1965.

Uno de los sectores más importantes de la economía cubana, *el turismo*, también experimentó cambios trascendentales. El triunfo revolucionario abrió una nueva etapa en que, por un lado, se impulsó el turismo nacional con pleno acceso de la población a las instalaciones, y, por otro, se modificó radicalmente la oferta al turismo extranjero.

En los años 60, el sector turístico se transformó en una opción para el descanso de los trabajadores con lo que se conformó un pro-

ducto turístico acorde con las posibilidades, los gustos y preferencias del cubano, y se definió una estructura habitacional en correspondencia con este mercado.

En 1961, se inició el intercambio turístico con los países socialistas y relaciones comerciales con agencias de viajes progresistas en países capitalistas, el cual permitió que creciera el flujo de turismo internacional.

Otra de las ramas que comenzarían a crear las bases para el desarrollo futuro fue la de las *telecomunicaciones e informática*.

La necesidad del desarrollo de la computación fue comprendida en Cuba desde los inicios del proceso revolucionario, gracias a la visión que sobre este tema, como se ha señalado, tenía el Comandante Ernesto Che Guevara. En 1964, el Ministerio de Industrias creó un Departamento de Automatización para promover el desarrollo de este campo. Al mismo tiempo, se importaba el primer grupo de computadoras, procedentes del campo socialista.

En 1968, la Universidad de La Habana creó un centro para las investigaciones digitales con el objetivo de desarrollar capacidades que permitieran al país fabricar computadoras. Como resultado, en 1970, aparece la primera computadora cubana, denominada CID 201.

En relación con el crecimiento económico durante los años 60, los resultados estuvieron influenciados por diversos factores económicos y políticos, tanto internos como externos. Los más importantes fueron el bloqueo y las presiones ejercidas por el gobierno norteamericano y sus aliados de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), la emigración de las personas calificadas, la ruptura de las relaciones con Estados Unidos y la pérdida del mercado tradicional para las exportaciones cubanas. A estos elementos,

Tabla 3.3

Indicadores fundamentales del desarrollo económico de Cuba
(Tasas medias de crecimiento anual en %)

Indicadores	1959-88	1960-70	1971-80	1981-85
Crecimiento de la población	1,5	2,0	1,2	1,0
Crecimiento de la economía (PMT a precios constantes*)	4,3	3,6	5,2	6,7
Crecimiento <i>per capita</i>	2,7	1,6	4,0	5,7
Valor de la inversión bruta a precios corrientes (MMP)	58 635,7	8 167,2	20 871,6	18 069,7
Crecimiento de la productividad del trabajo (1960-85)	2,6	0,4	4,3	5,2
Crecimiento del valor de la prod. industrial bruta (1962-85)	4,5	4,8*	4,7	8,8
Crecimiento del valor de la prod. agrop. bruta (1962-85)	2,5	3,4	2,6	1,7
Crecimiento del valor bruto de la construcción (1962-85)	7,4	2,1	13,1	8,8

*PMT: Producción material
**1962-70

Rodríguez, J. L. 1990, p. 278

se sumaron los ataques directos, la infiltración de bandas contrarrevolucionarias y otros muchos intentos de desestabilización a los que la revolución tuvo que enfrentarse resueltamente.

Esta dura situación, sin embargo, no detuvo los avances del proceso en Cuba. Se liberó el potencial de fuerzas productivas que de modo irracional se había mantenido ocioso. Este potencial comenzaría a dar sus primeras señales con la realización de las transformaciones agrícolas, el empleo de los trabajadores y la ampliación del mercado nacional.

La inestabilidad política no permitiría lograr elevados ritmos de crecimiento económico, aunque la redistribución de ingresos influiría, notablemente, en el mejoramiento de los niveles de vida de la población. Ya en el período de 1971 a 1975, se lograrían ritmos de crecimiento más altos.

Esta primera fase de la estrategia cubana de desarrollo, orientada hacia la transformación agrícola y la producción azucarera como bases esenciales del crecimiento, culminó, a mediados de la década de los 70, con un cambio en las líneas de desarrollo estratégico hacia el proceso de industrialización del país, aunque no se abandonó el desarrollo agropecuario. Durante estos años, ya se habían consolidado condiciones internas y externas, especialmente, el hecho relevante de que Cuba pasara a ser miembro pleno del sistema socialista e integrara el CAME.

Puede considerarse que, en estos años, había culminado una primera fase en la creación del potencial científico del país. Durante esta primera etapa, el país alcanzó, en el plano científico, notables saldos, especialmente relacionados con la revolución educacional y el desarrollo social, lo que conllevaría la creación de un potencial científico, tanto en recursos humanos, como en instalaciones. Después de 1975, se alcanzaría una mayor complementación interna entre los factores del sistema de ciencia y tecnología en formación.

En el plano tecnológico, este período se distinguió por una transformación técnica de la producción agrícola y, en especial, de la agricultura cañera, por la vía de la transferencia y asimilación de tecnologías intermedias, aunque todavía se mantendría la estructura técnico-productiva del país.

Desempeño económico y avances científico-tecnológicos desde mediados de los años 70 hasta finales de los 90

El Primer Congreso del Partido Comunista de Cuba, celebrado en diciembre de 1975, mar-

có un punto culminante para la primera etapa de la construcción del socialismo en Cuba, e inició la segunda fase de este proceso histórico.

Es, precisamente, en la segunda mitad de la década de los años 70, cuando se inician cambios significativos en el desempeño de la economía y la sociedad, los cuales se verían reflejados en el campo científico y tecnológico. Entre otras transformaciones estructurales, en este período se aprueba la nueva división político-administrativa del país (14 provincias, 169 municipios y un municipio especial).

En el Informe Central, presentado por el comandante Fidel Castro al II Congreso del PCC, se comenta la evolución de la economía cubana entre 1976 y 1980:

El actual quinquenio 76-80 que está por finalizar, ha sido de extraordinarios avances en la organización de nuestra economía, en la lucha por crear las condiciones para una mayor eficiencia en el uso de nuestros recursos productivos, y también de logros significativos en nuestro desarrollo económico y en los propósitos de satisfacer cada vez más las necesidades de carácter objetivo, tanto de orden interno como externo, que han impedido llegar a todo lo que nos habíamos propuesto (Castro Ruz 1980).

Durante este quinquenio, se desarrollaron importantes transformaciones institucionales y organizativas, entre las que se cuentan cambios esenciales en el sistema de dirección económica del país, lo cual se vio acompañado por sustanciales cambios en los sistemas de organización, planificación, gestión y control económicos.

En esta etapa, se realizó un inventario del potencial científico del país y se comenzó el proceso de categorización de los investigadores; se avanzó en el establecimiento de un sistema único de información científico-técnica y se elaboraron las primeras estadísticas y presupuestos estatales para la actividad científica.

Por primera vez, durante el quinquenio 1976-1980, se preparó un plan de ciencia y técnica para ese período.

En estos años, se desarrolló un fuerte proceso inversionista en proyectos industriales. Se dirigieron las inversiones a la industria azucarera, la industria pesquera, la industria de materiales de construcción, de maquinarias no eléctricas y la industria de energía eléctrica (Rodríguez, J. L. 1982).

También, fueron creadas nuevas capacidades industriales para producir bienes de

Un nuevo momento en la política económica y social del país se abriría en 1986 con este proceso de rectificación de errores y tendencias negativas. Estas transformaciones se proponían lograr un equilibrio adecuado entre los factores políticos, económicos y sociales, capaz de garantizar el desarrollo

consumo. Con este propósito, fueron invertidos 360 millones de pesos en la industria alimenticia y 400 millones en la industria ligera. En general, las inversiones industriales pasaron de un 20% del total entre 1971 y 1975, a un 35%, entre 1976 y 1980. Este período debe considerarse transicional en la política de la industrialización, ya que los resultados no comenzarían a reflejarse sino hasta el quinquenio 1981-1985.

El sector industrial creció a un ritmo promedio anual calculado en 3,6%. Las ramas más dinámicas fueron las de energía eléctrica (13,9%), construcción de maquinaria no eléctrica (11,4%) e industria pesquera, que creció 9,2%, como promedio, en el período.

El sector agropecuario creció, como promedio, un 2,5%. Las ramas de mejor comportamiento fueron la ganadería (3,6%) y la agricultura cañera (3,3%) (Rodríguez, J. L. 1982).

El sector de la construcción tuvo un ritmo medio de crecimiento del 4,6%, y las ramas de comunicaciones y transporte, tasas de crecimiento del 15,9% y el 6,3%, respectivamente.

En abril de 1976, se firmó el convenio de colaboración económica y científico-técnica entre Cuba y la URSS, calificado como el más importante que se había firmado hasta ese momento entre los dos países. En virtud de este convenio, se fijó un precio de compra mínimo para el azúcar de 30,40 centavos la libra, con precios deslizantes, en función de los precios de los productos que adquiriera Cuba en la URSS. Para que se tenga una idea del impacto que este convenio tuvo en la economía cubana, baste mencionar que mientras en el período 1975-1979, el precio del azúcar en el mercado mundial fue de 11,49 centavos por libra, Cuba obtuvo de la URSS, como promedio, un precio de 36,4 centavos la libra (Torres, O. E. 1981).

Durante el quinquenio 1981-1985, la política de industrialización continuó en el centro de la estrategia de desarrollo económico del país. El crecimiento del producto social global alcanzó una tasa del 8,5%, o sea, un 3,5% más de lo planificado. El ingreso nacional creció a un ritmo promedio anual del 8,5%. El volumen de inversiones en el sector industrial llegó a representar el 36,3% del total de la inversión bruta realizada en el país durante la etapa y un incremento del 40% sobre la cifra alcanzada entre 1976 y 1980. Fueron prioritarias las inversiones en la industria azucarera y la energética.

Sin pasar por alto el elevado costo que la sostenida política norteamericana de hostigamiento y bloqueo tenía sobre el país, y teniendo en cuenta la difícil coyuntura externa

en la que se obtuvieron estos importantes desempeños económicos, es precisamente en esta etapa que comienzan a observarse deficiencias relacionadas con la política económica desarrollada en el período 1976-1985 y que culminarían con el inicio del período de rectificación de los errores, en 1986.

A mediados de la década de los 80, el modelo de desarrollo comenzó a dar señales de agotamiento. Sus insuficiencias se manifestaron en una desaceleración del ritmo de crecimiento anual de la economía, que había pasado de un 6,5% entre 1971 y 1980, a un 8,5% entre 1981 y 1985, para descender al 0,7% entre 1986 y 1989 (Ferriol 1998).

Al evaluar la política económica de esos años, se aprecia una reducción del papel asignado con anterioridad a los factores políticos en la edificación del socialismo, al tiempo que se absolutizó la capacidad de algunos mecanismos económicos para resolver todos los problemas, entre ellos los políticos y sociales, por los que atravesaba el país (Rodríguez, J. L. 1982).

En julio de 1986, el II Pleno del Comité Central del Partido Comunista de Cuba recogería, entre sus ideas centrales, la siguiente:

La tendencia economicista que pretende promover el cumplimiento de los objetivos en la producción y los servicios apelando únicamente a los resortes materiales, ya de por sí deformados por una aplicación violatoria de los reglamentos y normas en vigor, no origina una conducta laboral satisfactoria y, por el contrario, entroniza la indisciplina, la desidia y el desinterés por los objetivos sociales (Rodríguez, J. L. 1990).

Un nuevo momento en la política económica y social del país se abriría en 1986 con este proceso de rectificación de errores y tendencias negativas. Estas transformaciones se proponían lograr un equilibrio adecuado entre los factores políticos, económicos y sociales, capaz de garantizar el desarrollo.

Sin embargo, el desempeño económico en el período 1986-1990 se vería afectado por múltiples factores de carácter externo e interno. A las deficiencias comentadas, presentes en el período 1981-1985, se añadirían factores externos, entre los que se destacan la caída de los precios del petróleo, lo que para Cuba representó una pérdida sustancial, ya que disminuyeron los ingresos que por concepto de reexportaciones petroleras se obtenían, fundamentalmente, a partir del petróleo importado desde la URSS y que el país ahorrraba. Simultáneamente, la violenta depreciación del

dólar, en 1987, elevó la cotización de las monedas en las que Cuba se ve obligada a operar a consecuencia de las sanciones impuestas por el bloqueo norteamericano, encareciendo el comercio y el nivel de endeudamiento externo.

En 1988, sin embargo, se apreció una recuperación importante que colocó los niveles de actividad económica nuevamente cercanos a los de 1985. Las medidas adoptadas a partir del proceso de rectificación comenzaban a dar resultados. Especialmente, aquellas dirigidas al ahorro, sustitución de importaciones, expansión de las exportaciones y crecimiento de los servicios turísticos; todo ello acompañado por un relativo incremento de la eficiencia económica y con un mínimo de afectaciones al consumo nacional. Esta recuperación se vería truncada, posteriormente, por los acontecimientos que se desarrollarían en el campo socialista y que, a partir de 1989, comenzaron a tener un mayor impacto en la evolución económica, social y científico-tecnológica de Cuba.

A pesar de las dificultades señaladas, puede afirmarse que este período resulta clave para la estrategia de desarrollo científico-tecnológico del país.

Entre 1975 y 1989, el número de centros de investigación y áreas de I + D en empresas importantes pasó de casi 100 a 153; la cifra total de personas empleadas pasó a 30 000, de los cuales 8 500 eran graduados universitarios (2 700 más que en 1975), y 5 400 poseían categoría de investigadores (Fernández Font 1996).

A esta fuerza se sumaban los 12 300 profesores de la Educación Superior, quienes, como parte de sus funciones, realizan y dirigen investigaciones.

A mediados de la década de los años 80, Cuba disponía ya, por un amplio margen, del mayor número relativo de científicos e ingenieros por millón de habitantes trabajando en términos de equivalente a jornada completa en la Investigación-Desarrollo, entre el conjunto de las naciones latinoamericanas y caribeñas.

Los investigadores vinculados a la producción material --actividades agropecuarias, industriales, de construcciones y transportes-- constituían las dos terceras partes del total, al tiempo que los relacionados con las ciencias biomédicas representaban casi la cuarta parte de esta cifra. El número de trabajadores en las investigaciones en las Ciencias Sociales y Naturales se aproximaba al 10% del total de las personas vinculadas a labores de I+D.

En esta etapa, se conformó una primera generación de centros de investigaciones. Teniendo en cuenta la existencia de una cierta base científico-investigativa, a finales de los años 70 y principios de los 80, el gobierno decidió impulsar y dedicar más esfuerzos al desarrollo de cuatro esferas de I+D: Biotecnología, Ingeniería genética, Computación y desarrollo de la energía nuclear.

Así, en la década de los 80, surgieron el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología --si no el mayor, uno de los mayores en su tipo en América Latina y el Caribe--, el Centro de Investigaciones Biológicas, el Centro de Inmunoensayo, el Centro de Estudios Aplicados al Desarrollo Nuclear, el Centro de Producción de Animales de Laboratorio, el Centro Nacional de Biopreparados y el Centro de Robótica y Software, entre otros.

Tales decisiones se correspondían con necesidades y posibilidades con que ya contaba Cuba. Así, el impulso a la Biotecnología y la Ingeniería genética no sólo respondió a una

Tabla 3.4

**Científicos e ingenieros en I+D/ millón de Hab.
Países seleccionados de América Latina (1976-1987)**

<i>País</i>	<i>Año</i>	<i>Científicos e ingenieros (I+D/ millón de Hab.)</i>
El Salvador	1987	...
Guatemala	1988	241
Jamaica	1986	8
México	1984	219
Nicaragua	1987	207
Panamá	1976	121
Trinidad y Tobago	1984	235
Cuba	1987	1 091
Argentina	1988	346
Brasil	1985	390
Chile	1988	362
Colombia	1982	40
Ecuador	1979	259
Guyana	1982	99
Paraguay	1981	247
Perú	1981	273
Venezuela	1983	279

UNESCO. Anuario Estadístico. Años 1988-1990. Tabla 3.5

Tabla 3.5

**Composición de las unidades
que realizaban investigaciones científicas en 1987**

<i>Ciencias</i>	<i>% de unidades</i>	<i>% trabajadores</i>
Agropecuarias	19	34
Técnicas (industria, construcción y transporte)	40	33
Biomédicas	15	24
Sociales	22	5
Naturales	4	4
	100 %	100 %

Fernández Font 1996

tendencia mundial, sino que estuvo condicionado, además, por la acumulación de una importante capacidad y experiencia, derivadas de la “escuela cubana de medicina” y de resultados que se fueron alcanzando en algunos centros como el Centro Nacional de Investigaciones Científicas, creado durante la década de los 60.

En otras esferas, como la *computación*, ya en los años 60 y 70, los especialistas cubanos habían sido capaces de situarse a la altura del desarrollo imperante en esa época y construir las primeras computadoras cubanas a partir de componentes importados. En 1978, se estableció la primera línea de ensamblaje de computadoras personales. En los años posteriores, la dotación de computadoras creció aceleradamente y ya a finales de la década de los 80, más de 2 000 minicomputadoras y alrededor de 4 000 microcomputadoras habían sido fabricadas en Cuba.

En 1983, se estableció conexión satelital con la Unión Soviética, la cual se utilizaría para la planificación económica. Las conexiones en red entre instituciones cubanas comienzan en 1988, cuando la Academia de Ciencias de Cuba (ACC) estableció la primera red electrónica para la transmisión de datos, correo electrónico y acceso a bases de datos cubanas.

Los esfuerzos por avanzar en la creación de las bases investigativas en el campo de la energía nuclear se correspondían, en primer lugar, con los inicios de la construcción, con ayuda soviética, de la Central Electronuclear de Juraguá (paralizada en 1992), pero estaban relacionados con otras importantes esferas de aplicación en la salud, la agricultura y otras, donde había también necesidades y posibilidades.

Durante la década de los 80 y como parte del funcionamiento del Sistema de Ciencia y Técnica, se mantuvieron los esfuerzos por articular los planes de cada ministerio e institución en un Plan Nacional de Ciencia y Técnica, anual y quinquenal, y estructurado en torno a un conjunto de programas y problemas, a distintos niveles de importancia y prioridades.

En más de una ocasión, durante este período, la dirección del país señalaría la importancia de vincular más estrechamente el progreso científico-técnico a las líneas estratégicas del desarrollo nacional:

El progreso científico-técnico deberá vincularse estrechamente a las direcciones principales del desarrollo de la producción material. En la consecución de

este objetivo, la normalización, la metrología, el control de calidad y el fortalecimiento de los aparatos de diseño de nuevas tecnologías, deberán jugar un importante papel. Se requiere, por otra parte, perfeccionar los mecanismos de planificación y dirección de las actividades de la ciencia y la técnica, en particular lo referido a la introducción de los logros científico-técnicos en la producción (PCC 1990).

En cuanto al desarrollo tecnológico, entre 1975 y 1990, Cuba incrementó notablemente la adquisición de bienes de capital en el exterior, con lo cual también introdujo las tecnologías incorporadas en ese equipamiento. Durante la década de los 80, se empleó el 60% de los 20 000 millones de pesos invertidos en la importación de equipos entre 1961 y 1990 (Fernández Font 1996).

En esos años, las relaciones económicas, comerciales y tecnológicas de Cuba se desarrollaron mayoritariamente con las naciones del bloque socialista europeo y, en particular, con la Unión Soviética. Cuba obtuvo apreciables ventajas de esta relación, lo cual le permitió enfrentar exitosamente la política de hostilidad y aislamiento de las sucesivas administraciones de Estados Unidos.

Pero, también, propició una dinámica muy especial, gracias a la cual Cuba no contaba con muchas opciones en el campo de la inversión tecnológica. Con el suministro de equipos, tecnologías y materias primas procedentes de esas naciones, se introdujeron en la Isla patrones tecnológicos y organizativos mucho menos eficientes que los alcanzados internacionalmente.⁶

Tras la caída del socialismo europeo, ha resultado evidente que tales patrones tecnológicos podían funcionar, de forma regular, sólo en el marco de las particulares relaciones establecidas entre los países integrantes de aquella comunidad, ya que resultaban compatibles entre sí, pero no lo eran para el resto de los sistemas tecnológicos imperantes en el mundo.

A pesar de sus posibles deficiencias, esta modalidad de desarrollo industrial permitió la creación de una infraestructura productiva que no existía en el país; en especial, en esferas tan importantes como la energética y la industria metal-mecánica, así como en el desarrollo de un potencial humano calificado en diversas ramas de la economía, todo lo cual resultaría de gran importancia en la etapa que vendría posteriormente.

6. En relación con el impacto de esta tendencia en el sector energético, ver: Pichs 1992.

Sin embargo, la herencia recibida del campo socialista se tradujo en serios obstáculos para el desarrollo del país, especialmente durante los primeros años posteriores a la debacle.

Entre las principales características de las tecnologías adquiridas y asimiladas en aquella etapa se incluyen las siguientes (Fernández Font 1996):

- Grandes consumidoras de energéticos y de recursos materiales por unidad de producto final obtenido.

- Escalas de producción enormes: producción masiva, en serie, realizada en grandes empresas. Un 67% de las 819 empresas industriales existentes a finales de la década de los 80 contaba con más de 500 trabajadores, y un 40%, con más de 1 000.

- Desde un punto de vista tecnológico, tal magnitud en las empresas provocó el desarrollo de una estructura productiva poco viable para emprender el desarrollo dinámico de ramas y actividades de avanzada.

- Retraso o estancamiento en sectores clave, como la industria química, del plástico, la electrónica de amplio consumo y las telecomunicaciones.

- Insuficiente desarrollo de las relaciones de cooperación horizontales (interempresariales) y predominio de las estructuras tecnológicas verticales (empresas integrales).

- Normas técnicas y tecnológicas diferentes a las del resto de los países.

- Altos niveles de dependencia en la importación de materias primas, materiales y recursos energéticos, por no cumplimiento de las “cadenas tecnológicas” de los procesos fundamentales.

Estas particularidades, entre otras, caracterizaban la estructura productiva y tecnológica de Cuba y, por supuesto, constituyeron el reto a afrontar a principios de la década de los 90, ya que con la brusca desaparición de la comunidad socialista, desaparecieron también rápidamente las fuentes materiales de sustentación del paradigma técnico-económico que se había erigido sobre estas bases.⁷

Sin embargo, la estructura productivo-tecnológica, creada y sostenida en un contexto singular durante la etapa analizada, permitió a Cuba lograr notables avances económicos y científico-tecnológicos.

Durante el período comprendido entre 1975 y 1990, en el país se obtuvieron resulta-

7. Es importante destacar que desde 1991, las transformaciones aplicadas en el país, especialmente las relacionadas con la transferencia tecnológica, permiten avizorar un futuro más estable y eficiente para el desarrollo económico y científico-tecnológico.

Recuadro 3.2

Resultados relevantes en la actividad científico técnica (1975-1980)

- La actividad científico-técnica se ha realizado a un costo anual de unos 80 millones de pesos, con la participación de 23 mil trabajadores, de ellos 5 mil 300 graduados universitarios.

- Entre los resultados más importantes están: obtención de nuevas variedades de caña de azúcar y de pastos; desarrollo de equipos azucareros; tecnologías que permiten mayor extracción de níquel y cobalto; equipos electrónicos y medios de computación. Fue un éxito el trabajo desarrollado en la erradicación de la fiebre porcina. Se inauguró el Centro Nacional de Salud Animal.

- Especial relevancia tuvo el programa de investigaciones del vuelo espacial conjunto soviético-cubano.

- Se inició la implantación del sistema nacional de normalización, metrología y control de la calidad, y fueron elaboradas más de 6 mil normas.

- Se deberá trabajar en el uso de la energía solar y otras fuentes energéticas; en la protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales, así como en el Plan para el Desarrollo de la Ciencia y la Técnica, acordado con los países del CAME.

PCC 1990, p. 270

Recuadro 3.3

Resultados relevantes en la actividad científico técnica (1980-1985)

- Desarrollo de tecnologías y nuevos productos en la industria del níquel, en los derivados de la caña de azúcar y en la industria alimenticia.

- Desarrollo de sistemas de diagnóstico de enfermedades y creación de equipos médicos.

- Utilización de fuentes renovables de energía.

- Obtención e introducción de nuevas variedades de cultivos agrícolas más resistentes a plagas y enfermedades, y de mayores rendimientos agroindustriales.

- Obtención de mejoras genéticas y nutricionales en las ramas avícola, porcina y bovina.

- Notables éxitos en el campo de la biología significaron la obtención de interferón de glóbulos blancos para uso médico, que ha permitido encarar con éxito numerosas enfermedades de origen viral y algunos tipos de tumores, y la aplicación de técnicas avanzadas, como el cultivo de tejidos y procedimientos de Ingeniería genética y Biotecnología.

- Estas técnicas y las relacionadas con la producción de anticuerpos monoclonales para diagnósticos y otros propósitos vinculados con la salud humana, animal y vegetal u otras ramas de interés para la economía, se desarrollan en la actualidad aceleradamente en nuestro país.

PCC 1990, p. 430-431

dos científicos relevantes en distintas esferas.

La contribución de los científicos cubanos fue decisiva, en diferentes momentos, para, por ejemplo, prevenir, detectar y controlar epidemias que afectaron a la población, y plagas que atacaron la ganadería y la agricultura, o para obtener nuevas variedades de caña, resistentes a las enfermedades y la sequía, entre otros resultados.

En el área de las Ciencias Biológicas --que finalmente se estructuraría en el denominado Frente Biológico, integrado por una decena de instituciones especializadas en estas disciplinas--, se ha logrado no sólo obtener más de 100 productos mediante técnicas de Inge-

Uno de estos avances fue el desarrollo, introducción y generalización de sistemas constructivos prefabricados totalmente diseñados y producidos en Cuba, tanto para obras escolares (Sistema Girón), sociales (SAE, SMAC), industriales y agropecuarias

niería genética y desarrollar un programa de genética humana, sino también producir equipos y reactivos para análisis, y aplicar tecnologías avanzadas en el diagnóstico de enfermedades.

En términos económicos, a partir de la segunda mitad de la década de los 80, se logró, por primera vez, una ponderación del aporte económico que, a escala nacional, representó la introducción de los resultados de las investigaciones científicas en la práctica social. Este cálculo arrojó que, entre 1986 y 1990, la introducción de unos 1 400 logros científicos había significado un aporte de 1 200 millones de pesos (Fernández Font 1996).

En esa etapa, se inicia una interesante experiencia de masificación de la actividad científico-tecnológica, a través de un Forum sobre Ciencia y Técnica, el que agrupaba, de forma voluntaria, los esfuerzos innovadores de decenas de miles de inventores, racionalizadores, especialistas y técnicos de todas las disciplinas, organizaciones y provincias.

En relación con el sector del *transporte*, en 1985, el número de rutas rurales había crecido a 901, con 1 640 vehículos, los que trasladaban a más de 94 millones de personas anualmente.

En general, el transporte por ómnibus ha sido siempre el más demandado, razón por la que fue, en décadas pasadas, una de las actividades requeridas de mayores esfuerzos y recursos por parte del Ministerio del Transporte (MITRANS). En consecuencia, el crecimiento del parque de ómnibus, entre 1962 y 1985, fue considerable. Si, en 1962, había 87 bases con 3 951 equipos que cubrían 518 rutas, en 1985, el número de bases ascendió a 203, con 10 994 equipos para cubrir 2 583 rutas.

Las relaciones con el campo socialista posibilitaron el desarrollo alcanzado en la esfera del transporte. Resultado de esa colaboración fue la creación, en 1970, de la primera fábrica cubana de ómnibus. Los primeros modelos (*Girón 1*) eran de mediana capacidad, pero la industria fue ampliando el surtido hasta entregar doce versiones, incluidos vehículos destinados a las rutas urbanas de pasajeros, las zonas montañosas, laboratorios médicos ambulantes, etc. Entre 1970 y 1986, la fábrica entregó 30 mil ómnibus del modelo *Girón 1*, utilizado mayormente para la transportación de escolares y obreros.

Hacia la segunda mitad de la década de los 80, esta industria realizaba una producción anual que superaba las 1 500 unidades.

De igual forma, se comenzó a fabricar en el país una versión local del camión *Kamaz* soviético.

En el sector de las *construcciones*, gracias a la conjugación de las capacidades creadas en cuanto a instituciones de investigación y personal calificado, se logró obtener importantes avances científicos y tecnológicos.

Uno de estos avances fue el desarrollo, introducción y generalización de sistemas constructivos prefabricados totalmente diseñados y producidos en Cuba, tanto para obras escolares (Sistema *Girón*), sociales (SAE, SMAC), industriales y agropecuarias, que han sido la base del desarrollo de los principales programas educacionales, de salud, científicos, turísticos y de desarrollo económico en general.

Igualmente importante resultó el desarrollo, introducción y generalización de sistemas constructivos prefabricados, ligeros y pesados, para viviendas, totalmente diseñados y producidos en Cuba (*Sandino, Simplex, Gran Bloque, Sistema LH, Moldes, Gran Panel*), que han constituido la base para aumentar, sustancialmente, la construcción de viviendas y han sido aplicados ya en muchos otros países. Por diferentes métodos, entre 1985 y 1990, se construyeron 193 900 viviendas, con un costo de 980.9 millones de pesos (Toraya-Chavín 2001).

Un avance significativo ha sido el desarrollo de las bases pétreas de granulometría continua, de las mezclas asfálticas y de los pavimentos de hormigón para la construcción de carreteras.

Los avances tecnológicos permitieron una expansión sin precedentes de la construcción, verificable en miles de obras industriales, agropecuarias, sociales y de otros tipos, erigidas no sólo en Cuba, sino en otros países. En 1989, más de 30 mil constructores cubanos habían laborado en 15 países de cuatro continentes (Toraya-Chavín 2001).

En estas décadas, la exportación de servicios no constituyó una prioridad para el modelo de desarrollo económico y social prevaliente en el país. El modelo de inserción en la economía internacional hasta finales de los años 80 se configuró de acuerdo con las ventajas comparativas dentro del esquema de integración socialista, las cuales, como se ha comentado, básicamente se encontraban en industrias procesadoras de recursos naturales (azúcar, minerales, cítricos) (Malagón y Pico 2002).

Desempeño económico y avances científico-tecnológicos después de 1990

El inicio del decenio de los años 90 marcó el comienzo de una de las etapas más complejas de la historia de Cuba en el siglo XX.

Hasta ese momento, el país había logrado transitar un camino de desarrollo económico y social que, a pesar de todas las dificultades, lo colocaba en posición avanzada, en cuanto a niveles de desarrollo humano, respecto a la mayoría de las naciones subdesarrolladas, pero todavía lejos de las economías desarrolladas en lo que respecta a estructura técnico-productiva, niveles de eficiencia, diversidad y calidad de la producción y los servicios.

A finales de los años 80, Cuba había acumulado un significativo potencial de desarrollo científico que, en cuanto a indicadores relativos, como se ha señalado, la situaba entre las primeras naciones latinoamericanas y caribeñas.

Se había estructurado una política científica y consolidado un sistema que abarcaba cientos de centros de investigación-desarrollo de diverso perfil y varios miles de especialistas con experiencia.

El nivel de desarrollo tecnológico estaba signado por una superior estructura técnica del equipamiento, de las materias primas y de la producción.

Es, precisamente, en este momento que, en el transcurso de unos pocos meses, desaparece el esquema de integración económica, comercial y científico-técnica del que Cuba formaba parte desde los inicios de los años 70. Entre 1989 y 1992, se interrumpieron prácticamente todos los suministros técnicos y tecnológicos procedentes de la desaparecida Unión Soviética y de los países del extinto CAME. En el lapso de tres años, las importaciones totales se redujeron en un 72% y las exportaciones, en un 67%; la tasa de inversiones descendió de un 26%, a un 7%; la formación bruta de capital se redujo en un 60%, las importaciones de petróleo cayeron a menos de la mitad y el PIB acumuló, en 1993, una caída del orden del 35% en relación con 1989 (BNC 1995).

La abrupta ruptura de las relaciones comerciales de Cuba con los países del CAME representó para el país la pérdida de más de las tres cuartas partes de su mercado. Ello significó una reducción drástica del suministro de materias primas, orientadas a la producción de artículos para el consumo nacional. Pero, también, significó la pérdida del mercado de los productos cubanos de exportación. A ello hay que agregar que Cuba no

sólo redujo su intercambio comercial, sino que, esencialmente, perdió los vínculos que la unían a un sistema integracionista que, hasta el momento, había complementado en gran medida su desarrollo.

A mediados de 1990, el gobierno adoptó un programa de emergencia económica denominado Plan del Período Especial, con el fin de atenuar las afectaciones que estas circunstancias provocaban en la población, y maniobrar para reorientar la economía en correspondencia con el nuevo escenario internacional.

Entre las acciones desplegadas entonces, estuvieron la concentración de las inversiones en sectores de rápida recuperación y generadores de divisas, el lanzamiento de un programa intensivo de ahorro energético y la puesta en marcha de un plan de alimentos capaz de sustituir, en lo posible, las antiguas importaciones del campo socialista.

Una de las principales decisiones estratégicas adoptadas en ese momento, fue no sólo no afectar los programas inversionistas y los recursos destinados a las actividades científicas, sino intensificar su desarrollo. Los logros alcanzados en la esfera de la ciencia y la tecnología formaban parte, junto a los progresos sociales, de las conquistas que debían ser preservadas, a pesar de las adversidades.

De esta forma, lejos de lo que podría suponerse, en un momento de profunda crisis económica como la que comenzó a transitar Cuba, la actividad de investigación-desarrollo se mantuvo y se confió a ésta un papel de primer orden en la búsqueda de soluciones a la crisis.

Así, por ejemplo, entre 1959 y los inicios de los años 80, la cantidad de entidades científico-técnicas en el país se incrementó a razón de 4,2 como promedio cada año; entre 1981 y 1986, se aceleró este ritmo, y aparecieron 9,6 nuevas entidades por año; luego, durante la segunda mitad de los 80, llegó a detenerse este crecimiento e, incluso, descendió el número de centros en funcionamiento. Pero, a partir de 1990, en el momento de mayores dificultades económicas, se aceleró de nuevo la creación de instituciones y áreas de I+D: 13,5 nuevas entidades por año entre 1990 y 1994. Es decir, como promedio, en estos años, se abría una nueva unidad en menos de un mes. A finales de 1994, estaban registradas en el país 210 unidades de ciencia y técnica, lo que representó un crecimiento neto, en relación con 1990, de 54 entidades. En cambio, las cifras totales de gastos corrientes y personas empleadas en estas actividades no superaron las cotas históricas de 130 millones de

A finales de los años 80, Cuba había acumulado un significativo potencial de desarrollo científico que, en cuanto a indicadores relativos, como se ha señalado, la situaba entre las primeras naciones latinoamericanas y caribeñas

pesos anuales y 30 000 trabajadores (Fernández Font 1996).

No obstante, se produjo un cambio favorable en la composición de los ocupados de este sector, pues, mientras a finales de la década de los 80, sólo un 28% de ellos tenía nivel superior, ya a mediados de los 90 esta proporción alcanzaba el 38%, con 11 000 graduados universitarios. Adicionalmente, laboran en esta esfera 8 500 técnicos de nivel medio, lo que representa un 29% del total de empleados.

Pero, también, se transformó la estructura tipológica de los centros y áreas de las ciencias. A finales de la década de los 80, las unidades de investigación-desarrollo (UID) representaban un 75% de las entidades que realizaban investigaciones, mientras las áreas de I+D (AID), en empresas y otras unidades productivas, sólo representaban un 23%. A mediados de los 90, en cambio, las UID constituían el 53% y las AID alcanzaban el 41% del total de entidades. Es decir, en esos últimos años crecieron mucho más rápidamente estas formas organizativas que los centros de investigación tradicionales.

A mediados de los 90, la mayor proporción de estos centros correspondía a los dedicados a las ciencias técnicas (40%), las biomédicas (19%) y las agropecuarias (17%). En general, entre 1987 y mediados de los 90, se mantuvo el peso de los centros y áreas vinculadas a las ciencias técnicas (industria, construcciones y transporte). Descendió la participación relativa de las entidades relacionadas con el sector agropecuario y las ciencias sociales, ante un crecimiento más acelerado de las unidades dedicadas a las ciencias biomédicas, naturales y exactas, en correspondencia con las prioridades establecidas.

La nueva política tecnológica y científica, iniciada en los 90, demandaba elevar el nivel de aplicación práctica de los resultados de la investigación. Sin embargo, los retos asociados a las restricciones económicas de esos años imponían nuevas condiciones al desarrollo científico-técnico y resultaba imperativo ampliar la base técnico-material de los centros de investigación, sobre todo, su dotación. La instalación de un mayor número de plantas piloto, talleres de prototipos, buroes de diseño y proyecto, que permitieran garantizar producciones a escala semi-industrial, debían facilitar la introducción de los resultados científico-técnicos en la producción (ACC 1988).

Desde mediados de los 80, se había adoptado importantes medidas en este sentido. Fueron creados centros de investigación y desarrollo para las tecnologías azucareras, los derivados de la caña por vía de la fermentación, la industria papelera y las industrias de alimentos y biotecnológicas.

En los años que anteceden a la desaparición de la Unión Soviética y la comunidad de los países socialistas, el sistema de abastecimiento técnico-material garantizaba asignaciones físicas (bienes de capital y bienes corrientes para su funcionamiento normal y su expansión) a todas las instituciones y centros de investigación y desarrollo, en su condición de entidades presupuestadas del Estado. Entre 1989 y 1991, este sistema desapareció y surgió un notable vacío en relación con el respaldo financiero.

La estrategia de desarrollo científico-tecnológico del país había contado, desde los inicios del proceso revolucionario, con recursos financieros destinados a la I+D, cuyo peso específico en el PIB, a pesar de ciertas fluctuaciones, se incrementaba tendencialmente, y se había creado un *stock* de capacidades tecnológicas, que unido a los recursos humanos desarrollados, han colocado a Cuba en una posición no alcanzada por la mayoría de los países subdesarrollados.

En la Tabla 3.6, se muestra la dinámica del flujo de recursos hacia las actividades de I+D. En el período 1977-1989, la evolución de las variables I+D y el desarrollo global (I+D)G, los gastos en investigación y desarrollo manufacturero (I+D)M y la relación entre gasto en investigación y desarrollo global respecto al PIB --(I+D)G/PIB--, alcanzó su nivel máximo en 1986.

Se observa, como es lógico, una desaceleración de todas las variables durante los años comprendidos en el "período especial", desde 1990 hasta la fecha, sobre el cual inciden

Tabla 3.6

Dinámica de los gastos en I+D (1977-2000)

Año	(I+D)G	(I+D)M	(I+D)G/PIB
1977	1.00	1.00	1.00
1980	1.36	1.43	1.14
1983	1.93	2.06	1.22
1985	2.49	3.08	1.45
1989	3.37	4.53	1.94
1991	2.04	2.97	1.39
1992	3.11	5.08	2.31
1993	2.17	2.96	1.59
1994	1.94	2,23	1.12
1995	1.86	2.26	0,96
1996	1.60	2,15	0,78
1997	1,87	2,18	0,90
1998	2,37	2,68	1,10
1999	2,39	3,07	1,04
2000	2,50	3,21	1,00

Fernández de Bulnes 2003

factores tales como la ruptura con el campo socialista y el recrudecimiento del bloqueo norteamericano contra Cuba.

A partir de 1993, las reformas económicas sentaron las bases de un nuevo paradigma técnico-económico y organizativo. La década de los años 90 sería testigo de un nuevo proceso de organización estatal y empresarial, caracterizado por profundas transformaciones en los sistemas de dirección y los métodos de control. Este proceso ha implicado la racionalización de los organismos del Estado y constituye el soporte de la descentralización económica y su adaptación a las tendencias actuales en la economía mundial.

Las características esenciales de este proceso de perfeccionamiento empresarial son:

- Máxima autonomía de la gestión de la empresa y sus eslabones fundamentales.
- Costos mínimos de administración: perfeccionamiento de las estructuras empresariales y reducción del personal.
- Mayor vinculación entre los centros de investigación y la actividad productiva, e implantación de esquemas de autofinanciamiento.
- Traspaso al sistema empresarial de funciones que ejecutaba el organismo central.

En este nuevo contexto, los cambios en el sector de investigación y desarrollo no han dejado de estar sometidos a fuertes presiones. En primer lugar, ha de comprenderse el hecho de que el mundo de las investigaciones científicas y tecnológicas en Cuba, al igual que en otros países socialistas, se encontraba bastante alejado, hasta el estallido de la crisis de los 90, de nociones relativas al mercado internacional, tales como negocios, comercialización, *marketing*, etc. Aún más, en el presupuesto del Estado, las actividades de ciencia y tecnología aparecían en la denominada esfera no productiva, junto a la salud, la educación, la cultura y el deporte.

La cambiante coyuntura de los 90 impuso a las actividades científicas retos trascendentales. No sólo era necesario investigar, sino, también, aplicar estas investigaciones a la industria y comercializar las producciones, como medidas elementales de supervivencia.

Desde 1994, comenzó a configurarse un nuevo entorno económico en el país, lo que beneficiaría también a los centros de investigación y desarrollo. En la mayoría de ellos, los cambios en las estructuras organizativas y de funcionamiento han estado acompañados por profundas transformaciones en las prácticas gerenciales y de dirección. En estos centros han pasado a primar la visión estratégica y la planificación.

Tabla 3.7

Estructura de las entidades por campos de las actividades científicas (mediados de los 90)

Ciencias	Entidades (% del total)	
	1987	1994
Agropecuarias	19	17
Técnicas	40	40
Biomédicas	15	19
Sociales	22	15
Exactas y Naturales	4	9
	100	100

CITMA 1996

Recuadro 3.4

Medidas adoptadas durante el período especial

- En el sector externo: Ley 77, de septiembre de 1995, sobre la inversión extranjera, a partir de la cual se crea un sector constituido por empresas mixtas.
- En el sector agropecuario: Decreto-ley 142, de 1993, sobre las UBPC y el Decreto-ley 191, de 1994, sobre el mercado agropecuario.
- Transformación de las granjas estatales en cooperativas de producción agropecuaria (UBPC) y entrega de tierras en usufructo a 60 mil parceleros. Simultáneamente, creación de mercados con precios de libre formación para la comercialización de los excedentes que sobrepasen el cumplimiento de los contratos estatales.
- Legalización de la circulación de divisas, autorización de las remesas desde el exterior, creación de casas de cambio (CADECA S.A.) y cuentas bancarias en esas monedas, así como desarrollo de la red de tiendas para su captación por el Estado.
- Aprobación del Decreto-ley 141, de 1993, sobre el ejercicio del trabajo por cuenta propia y el Decreto-ley 192, de 1994, sobre el mercado de artículos industriales y artesanales.
- Reducción, de 40 a 32, del número de ministerios y organismos centrales del Estado.
- Proceso de reorganización progresiva de las empresas estatales.
- Reestructuración del sistema financiero bancario, con la creación de un Banco Central y la diversificación de las instituciones bancarias y de sus funciones.

El desenvolvimiento de las diversas actividades relacionadas con la organización (estructura organizativa, recursos y procedimientos), la tecnología con sus procesos, la actividad de investigación y desarrollo y la dirección integrada de proyectos, han logrado crear un enfoque sistémico de la gestión tecnológica, particular en cada sector.

Resulta interesante el nuevo enfoque de la innovación tecnológica. Al analizar la innovación bajo un enfoque sistémico, interviene la estrategia corporativa con un conjunto de tecnologías interrelacionadas entre sí y con los factores comerciales; no basta la complejidad de la innovación tecnológica, hay que gestionar también la innovación y su aplicación. Estos principios aparecen recogidos en el Anteproyecto de Ley de Ciencia y Tecnología en Cuba, actualmente en discusión.⁸

El nuevo sistema de gestión y financiamiento vincula directamente al centro de investigación con el usuario o cliente, e identifica

8. CITMA 1997. "La ciencia y la innovación tecnológica en Cuba (bases para su proyección estratégica)." Proyecto. La Habana, diciembre, 1997.

los intereses de investigación y desarrollo a partir de la planificación estratégica del sistema empresarial.

El sistema prepara el marco y crea el ambiente para las relaciones entre la investigación y la industria mediante condiciones contractuales. Esta forma de financiamiento genera un flujo de caja interno para las instituciones dedicadas a la investigación. En 1994, último año en que el Estado financió la investigación según los viejos métodos, el sistema empresarial tenía a su cargo sólo 6% de las investigaciones, mientras que el Estado era responsable de 93% del financiamiento (Castro Díaz-Balart 1997). En 1995, el componente estatal se ubicó en torno a 30,7% y esta relación se mantuvo más o menos estable hasta el final de la década.

En la actualidad, la mayor parte de los centros de investigación y desarrollo ha ampliado sus actividades más allá de la investigación y ofrece servicios de consultoría, tales como análisis especializados y servicios científicos.

Si bien en los años entre 1977 y 1986, el financiamiento para las actividades científicas y tecnológicas mantuvo una tendencia al alza, reflejando la importancia vital que el Estado cubano concede a estas actividades, la crisis que afecta al país desde 1990, especialmente hasta 1993, también se revela en la correspondiente disminución de los recursos financieros que recibían estas actividades. Es necesario apuntar que, a finales de los 90, ya se observa una recuperación en esta esfera.

En estos años, también aparecieron otras tendencias positivas para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, como el surgimiento y fortalecimiento de estructuras interfase.

Una forma muy particular de potenciar el trabajo de I+D, a partir del inicio de los 90, fue la creación de los polos científicos. Esto consistió en el establecimiento de una vinculación organizativa entre importantes centros e instituciones, mediante formas de cooperación entre las entidades, sin crear estructuras administrativas adicionales, a los fines de llevar adelante objetivos específicos de investigación-desarrollo-producción-comercialización de nuevos productos y procesos de alto valor.

Los polos científicos surgieron a partir de una concepción de agrupamiento territorial. El primero fue el Polo Científico del Oeste de la Ciudad de La Habana, en el cual convergen, en unos pocos kilómetros cuadrados, un conjunto de centros de envergadura y excelencia, tanto en la investigación, como en la educación superior, en las esferas particu-

res de las Ciencias Médicas, la Ingeniería genética, la Biotecnología y la industria farmacéutica, a los cuales se sumaron centros productivos.

Los positivos resultados de este enfoque fueron ampliados a otros territorios del país e, incluso, se ha aplicado en centros no cercanos geográficamente, pero vinculados por sus perfiles de especialidad.

Actualmente, funcionan en el país 14 polos científicos, de los cuales 11 presentan características territoriales (provinciales) y 3 de naturaleza temática (Sector industrial, Humanidades y Médico-farmacéutico) cuyo centro, en este último caso, es el Polo Científico del Oeste de la Ciudad de La Habana.

La política actual se propone mantener el sistema de investigación-desarrollo, aún en la situación de restricciones económicas por la que ha atravesado el país y, en la medida de las posibilidades, busca ampliar considerablemente su radio de acción en actividades diversas.

En otras esferas de las investigaciones aplicadas en sectores estratégicos del país, como son los casos de las asociadas a la industria del níquel, la energética, el desarrollo integral de la montaña, el turismo, entre otros, también se han obtenido resultados de importancia.

Entre 1991 y 1995, estaba prevista la ejecución de 23 programas científico-técnicos de alcance nacional, los cuales fueron ajustados a 17, como consecuencia de las limitaciones derivadas del período especial, y en virtud de la reestructuración de todo el sistema de funcionamiento de la economía del país, lo cual, obviamente, ha afectado también el aseguramiento material de una parte importante de los centros y las investigaciones.

En cuanto al desarrollo tecnológico en la década de los 90, puede decirse que, como resultado de las restricciones económicas, todos los sectores fueron impactados significativamente. En especial, la industria, que llegó a un nivel promedio de subutilización de sus capacidades del orden del 70 al 75%, durante los años 1992-1993; las construcciones, que fueron prácticamente paralizadas, con la excepción de los proyectos para el turismo, las actividades científicas y otras pocas prioritarias; el sector agropecuario, con la paralización casi total de las obras de desarrollo técnico que se venían ejecutando en la década anterior y, así, en todos los sectores.

La importación de bienes de capital, que llegó a representar algo menos de la cuarta parte del total de las importaciones de 1989, significó sólo un 4% en 1994. La tasa de inversiones,

que en 1989 era de un 26% del producto nacional, en 1992 había descendido hasta un 7%.

En tales condiciones, la orientación principal de la actividad tecnológica en Cuba estuvo enfocada, precisamente, hacia la búsqueda de soluciones alternativas y emergentes ante las dificultades económicas que enfrentaba el país.

Así, por ejemplo, ante una reducción de más del 50% en la importación de petróleo, principal fuente energética, se aceleró el proceso de búsqueda y extracción de petróleo nacional. Pero, paralelamente, ha sido necesario realizar un amplio y complejo trabajo de adaptación tecnológica de distintos procesos industriales, principales consumidores de este recurso (como son la generación de electricidad, la producción de cemento y otros), para poder utilizar el crudo nacional, cuyas características químicas difieren del importado tradicionalmente.

En casi todos estos sectores económicos, puede encontrarse numerosos casos de adaptación tecnológica, orientada tanto hacia la sustitución de recursos no disponibles, como hacia el ahorro de medios escasos.

En esta labor y, en especial, en la fabricación de piezas de repuesto y componentes diversos, han desempeñado un importante papel los distintos movimientos voluntarios y masivos que, como las Brigadas Técnicas Juveniles (BTJ), con más de 200 mil jóvenes afiliados, y el Movimiento de Innovadores y Racionalizadores, agrupados en una asociación nacional con más de 100 mil miembros, han contribuido en forma notable a encontrar miles de soluciones técnicas, específicas y locales, a muchos problemas.

Estos esfuerzos han sido canalizados a través del Forum de Ciencia y Técnica que, iniciado en la pasada década como un gran congreso de inventores e innovadores, reúne a éstos cada año para exponer sus experiencias.

El año 1994, marcó un importante momento en la economía y la sociedad cubanas de los últimos tiempos, pues se logró detener la caída de los principales indicadores económicos (excluyendo la producción azucarera).

Durante ese año, se produjo también un salto en la incorporación de inversiones extranjeras en, prácticamente, todos los sectores de la economía. Han resultado importantes, desde el punto de vista económico y de recuperación tecnológica, las inversiones en actividades de tan alta densidad de recursos técnicos como la exploración y explotación de petróleo, la industria del níquel, la extracción de otros minerales no ferrosos, las telecomunicaciones, la industria de materiales de

construcción, algunas manufacturas y el turismo.

En el transcurso de 1995, fue realizado un proceso de profundas transformaciones organizativas y conceptuales en el recién constituido Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, con vistas a adecuar su funcionamiento a las realidades actuales y futuras del país.

A partir de 1994, avanzó el proceso de transformaciones económicas y el gradual restablecimiento de la economía. Según cálculos recientes, entre 1994 y el 2003, el crecimiento de la economía de Cuba superó en proporción de 4 a 1, el crecimiento de América Latina. Si, en 1993, Cuba daba sus primeros pasos en el turismo, recibiendo aquel año a 546 mil visitantes, en el 2003, se recibió a no menos de 1 millón 900 mil. El sector turístico cuenta con más de 41 600 habitaciones y obtiene de fuentes nacionales el 69% de los suministros que consume (Martínez 2003).

Entre 1998 y el 2000, se generalizaron en el país un total de 5 488 resultados científicos, cuyo efecto, reportado por los organismos productivos, ha sido de 221 millones de pesos y de 307 millones de dólares, además de repercutir en el mejoramiento de los indicadores de salud del pueblo y en la solución de problemas en las diferentes ramas de la economía (Simeón 2000).

En el informe del Ministro de Economía y Planificación a la Asamblea Nacional en el 2002, se destaca que el sector científico-tecnológico contaba con 500 patentes solicitadas en diversos países, 200 registros sanitarios aprobados en decenas de países, y las exportaciones por este concepto se incrementan cada año (Rodríguez, J. L. 2002).

Resultados relevantes de algunos sectores en la década de los 90

La Biotecnología agropecuaria ha sido uno de los campos en que la ciencia y la tecnología han tenido un mayor impacto en Cuba. La revolución biotecnológica se inició en la década de los años 60 y Cuba se incorporó a ella desde sus inicios. En los años 70, el país contaba con grupos de investigadores, dedicados a proyectos relacionados con la Biotecnología y, a finales de los 80, disponía de una notable acumulación de conocimientos en relación con los cultivos y el comportamiento de células, tejidos, órganos. Durante los 80, se establecieron en el país protocolos para la propagación vegetativa de varias plantas tropicales (Castro Díaz-Balart 2002).

La década de los 90 demandó nuevas estrategias. Las autoridades cubanas se propu-

En tales condiciones, la orientación principal de la actividad tecnológica en Cuba estuvo enfocada, precisamente, hacia la búsqueda de soluciones alternativas y emergentes ante las dificultades económicas que enfrentaba el país

Entre estos aportes, vale señalar la elaboración de mapas exhaustivos de los suelos que, gracias a ello, reciben tratamientos especiales para recuperarse de la salinidad y de la erosión acumuladas por años de utilización intensiva de fertilizantes químicos

sieron impulsar de forma paralela e integral la recuperación económica sin sacrificar los logros sociales, alcanzados desde 1959. En 1992, se iniciaron transformaciones económicas significativas para sacar al país de la difícil situación en que se encontraba: búsqueda de fuentes alternativas de ingresos en divisas, desarrollo del turismo, reformas monetario-financieras y la adopción de una ley para el trabajo por cuenta propia, entre otras.

En la agricultura, ocurrieron grandes cambios, considerados por algunos con un alcance equivalente al de una reforma agraria. Después de más de 20 años de una agricultura intensiva, asentada en elevados insumos y la concentración de la tierra en grandes empresas estatales, Cuba se vio obligada a cambiar el modelo de desarrollo agropecuario. A partir de septiembre de 1993, fueron creadas las Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC) en tierras de propiedad estatal, nueva forma de organización que comprendía la redistribución del área y de los resultados de la producción para elevar la eficiencia, teniendo como base al hombre, actor esencial de este proceso.

La reconfiguración de la propiedad estatal y el cambio en las relaciones de propiedad han creado un panorama diferente. El objetivo fundamental de los cambios en el sector ha sido la elevación de la eficiencia de las formas organizativas de producción.

El desafío histórico para las nuevas formas de producción agropecuarias era garantizar la seguridad alimentaria de toda la población en un período de grandes restricciones económicas y, por ello, dependientes, mayoritariamente, de recursos locales, tecnologías basadas en energía humana y animal y bajos insumos.

Afortunadamente, se contaba con el potencial humano necesario para enfrentar este reto. Desde el inicio del proceso revolucionario, se habían estado preparando investigadores y agricultores, quienes venían estudiando y desarrollando tecnologías biológicas alternativas, tales como el control biológico, la aplicación de biofertilizantes y el pastoreo rotativo, entre otras.

Estas investigaciones pasaron a constituir la punta de lanza de las tecnologías de bajos insumos que apoyarían la conversión de la agricultura cubana en una agricultura semiorgánica y orgánica. Tras una década, en la cual las condiciones han sido particularmente difíciles, es posible afirmar que miles de hectáreas de diferentes cultivos agrícolas han sido beneficiadas con los aportes de la ciencia.

Entre estos aportes, vale señalar la elaboración de mapas exhaustivos de los suelos que, gracias a ello, reciben tratamientos especiales para recuperarse de la salinidad y de la erosión acumuladas por años de utilización intensiva de fertilizantes químicos. Se trabaja también en el desarrollo de nuevas tecnologías de riego y en la aplicación de tecnologías integrales para la producción de leche y carne.

En busca de mejores variedades de caña de azúcar, se ha logrado la caracterización molecular de 30 progenitores comerciales y 70 clones, y se desarrollan las bases genético-matemáticas del mapeo de especies. Con el propósito de obtener semilla artificial de caña de azúcar, se ha logrado el cultivo celular en biorreactores, la formación del endospermo artificial y el encapsulado de embriones somáticos, y se cuenta con una producción de 11 mil vitroplantas de diferentes variedades.

Simultáneamente, han sido introducidos sistemas ingenieros en los campos y tecnologías para el drenaje parcelario en más de 510 mil hectáreas de caña. Por otra parte, se ha desarrollado la obtención de nuevas producciones a partir de la caña de azúcar, como: saccharina, miel proteica y otros alimentos proteicos para la masa animal.

Asimismo, se cuenta con tecnologías integrales para la producción y la cosecha de cítricos, y con nuevas variedades de tabaco a las que se integra el control de plagas y enfermedades.

En el campo de la agricultura, el desarrollo biotecnológico se dirige, principalmente, a la producción de semillas de alta calidad por medio de la micropropagación y la embriogénesis. Fue creada una red nacional de biofábricas con una capacidad de producción de más de 60 millones de vitroplantas por año. La propagación *in vitro* ofrece muchas ventajas, especialmente, porque permite una tasa mayor de multiplicación del material genético libre de plagas y enfermedades en un espacio reducido, lo cual incrementa la producción de plantas con alta calidad. El 35% de las investigaciones del programa nacional de Biotecnología agrícola está dirigido al desarrollo y producción de bioproductos, biofertilizantes, biorreguladores y biopesticidas como elementos importantes de una agricultura sostenible.

Han pasado a la fase de producción comercial, estimuladores del crecimiento, entre los que se destacan los brasinoesteroides, cuyas evaluaciones han resultado satisfactorias.

La Biotecnología ha contribuido a la conservación de recursos fitogenéticos, la ob-

tención de nuevos genotipos de plantas, la asimilación y el desarrollo de técnicas y tecnologías de avanzada, mediante técnicas de Biología molecular y de Ingeniería genética ha sido posible la ejecución de estudios básicos en el campo de la Fisiología, el establecimiento de mecanismos y marcadores moleculares de afecciones y estrés, la obtención y desarrollo de biopesticidas, biorreguladores y biofertilizantes, el diagnóstico de fitopatógenos. Trabajan en estos objetivos más de 30 instituciones y otras 100 instalaciones en todo el país.

La genética vegetal, en suma, ha experimentado un gran desarrollo desde los primeros años del período revolucionario, cuando fueron creados centros de investigación agrícola y redes de estaciones experimentales para las principales producciones agrícolas: viandas tropicales, arroz, granos, tabaco, cítricos, frutas, café, plantas medicinales y forestales (Castro Díaz-Balart 2002).

Técnicas moleculares han sido incorporadas al diagnóstico agrícola. Se ha realizado un intenso trabajo en el análisis de riesgo, descarte y diagnóstico de enfermedades exóticas en plátano, tomate, pimiento, aguacate, caña de azúcar y cítricos. La presencia del *Thrips palmi* en los cultivos agrícolas del país, requirió instrumentar un programa de lucha para su control, en cuyo desarrollo participaron varias instituciones.

Se ha intensificado la producción de café. Por medio de la embriogénesis somática del cafeto y en biorreactores se ha llegado a obtener hasta 57 mil embriones por litro, con 80% de aireación y 60% de conversión en embriones encapsulados. Los resultados en pruebas de campo han sido satisfactorios, comparados con la multiplicación tradicional.

Se dispone de un sistema de sanidad vegetal desarrollado para contrarrestar las agresiones biológicas sufridas durante más de cuatro décadas, integrado por especialistas para la protección fitosanitaria y centros para la sanidad vegetal, especializados en el diagnóstico de enfermedades y su control. Mediante una fuerte línea de cuarentena, el sistema trabaja para evitar la introducción, desde el exterior, de plagas o enfermedades.

Se ha fortalecido la actividad de investigación en los centros ya creados, y se completó, a finales de los 80, la infraestructura investigativa para la aplicación de la Biotecnología en plantas. Como resultado, en la actualidad, el país dispone de variedades de alto potencial, especialmente, adaptadas a las condiciones nacionales para sus cultivos más importantes. Así, 98% del área nacional desti-

nada a la caña de azúcar está cubierto por variedades cubanas. También se han obtenido 40 variedades cubanas de hortalizas para cultivo con bajos insumos y especies mejoradas de frutas y especias, que han garantizado el desarrollo de un sistema de organopónicos, surgido en la década de los 90, como parte de un ambicioso programa de agricultura urbana. Ha sido posible mejorar el material genético del tabaco, otro importante cultivo nacional, y hacerlo más resistente a enfermedades y plagas.

Pero, sin dudas, los éxitos más notables se han obtenido con el empleo de variedades mejoradas, conjuntamente con la creación de las condiciones para desarrollar una agricultura sostenible. Se desarrolla la producción y aplicación de bioplaguicidas, para lo cual el país cuenta con 222 centros de reproducción de entomófagos y entomopatógenos (CREE) y tres plantas que entregan productos de la mejor calidad.

La producción de biofertilizantes, tales como fosforina, *bradyrhizobium*, *azospirillum*, micorrizas y otros, se ha acelerado y su uso hoy en todo el país ha posibilitado reducir el empleo de fertilizantes químicos e incrementar los rendimientos entre 30 y 50% en una gama de cultivos.

La producción de estos insumos biológicos ha sido determinante para transitar hacia una agricultura sostenible, que implica el reemplazo de los insumos agroquímicos tóxicos por alternativas biológicas accesibles y baratas para los agricultores, gracias al sistema social de producción y distribución por los CREE.

El objetivo último de la conversión, de acuerdo con la teoría agroecológica, es el de diseñar un agroecosistema diversificado con una combinación espacial y temporal de cultivos, árboles, animales, etc., que resulten en una estructura biológica estimuladora de las interacciones y sinergismos que, a su vez, median en los procesos de reciclaje de nutrientes, regulación biológica de plagas y rendimientos sostenibles, con el apoyo mínimo de insumos externos, sean orgánicos o químicos.

Los *faros agroecológicos* establecidos en las cooperativas son, justamente, un intento demostrativo de establecer estos módulos integrados de producción para lograr autosuficiencia alimentaria, conservar y mejorar la base de recursos y alcanzar un nivel aceptable de viabilidad económica.

Ante los elevados costos de producción y los bajos precios del azúcar en los mercados internacionales, ha tenido efecto, duran-

Pero, sin dudas, los éxitos más notables se han obtenido con el empleo de variedades mejoradas, conjuntamente con la creación de las condiciones para desarrollar una agricultura sostenible

La Unión Geólogo-Minera

La Unión Geólogo-Minera, perteneciente a la Industria Básica, se encarga de la prospección, exploración y explotación de minerales metálicos y no metálicos (excepto el níquel). Sus áreas perspectivas fundamentales son el oro y la plata. Actualmente opera según la modalidad *a riesgo* con firmas extranjeras.

En los años 60, se inició el verdadero *servicio geológico nacional*, y se creó capacidades institucionales, científicas y de educación superior en esta esfera. Un aporte significativo al conocimiento geológico del país sería el primer *Mapa Tectónico de Cuba*, escala 1:1 250 000, editado con la colaboración de la Academia de Ciencias de la URSS.

Entre 1970 y 1990, el conocimiento geológico alcanzó un gran impulso, que respaldó el desarrollo de nuevos yacimientos de petróleo, gas y minerales sólidos.

A finales de 1990, Cuba contaba con cientos de geólogos y geofísicos, lo que permitió reducir la asistencia técnica extranjera. Fueron creados nuevos centros de investigación, como el Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET) y el nuevo Instituto de Geología y Paleontología (IGP) del Ministerio de la Industria Básica.

En 1995, se introdujo la gerencia de proyectos en el Instituto de Geología y Paleontología. Surgieron las primeras empresas mixtas para la investigación a riesgo de los yacimientos minerales, principalmente oro, las cuales elevaron sensiblemente la actividad geológica del país. Los servicios científico-técnicos que ofrecen permiten obtener ingresos para financiar las investigaciones.

En el sistema de la Unión Geominera, la fuerza técnica es la más numerosa de las entidades que realizan trabajo geológico.

Fuerza técnica de la Unión Geólogo-Minera

	Total	Técnicos superiores	Técnicos medio
Geólogos	670	459	211
Mineros	196	188	8
Geógrafos	20	17	3
Geofísicos	135	85	50

Diagnóstico

te los dos últimos años, un proceso de reorganización y reestructuración de la industria azucarera, el cual libera parte de las actuales áreas cañeras para destinarlas a la producción ganadera, de carne y leche, y al cultivo de producciones agrícolas destinadas al consumo nacional. La reestructuración considera el cierre definitivo de 70 ingenios y el empleo de 71 en la producción de azúcar y de 14 para la fabricación de mieles (Rodríguez, J. L. 2002).

Durante el 2003, se observó una gradual recuperación de la producción agrícola. En este sentido, es necesario destacar el ascenso de la agricultura urbana, que produjo más de 3,7 millones de toneladas. En estos resultados desempeña un papel esencial el riego electrificado, que creció en el 2003 y cubre 140 937 hectáreas en la actualidad (Rodríguez J. L. 2003).

Otro que ha sufrido importantes cambios es el *sector industrial*. El sistema de gestión tecnológica de la industria cubana puede ejemplificarse con el de la industria básica. El Ministerio de la Industria Básica tiene bajo su responsabilidad tres importantes sectores de la economía: energía, geología y minería, e in-

dustria química (incluida la farmacéutica). Desde su formación, ha creado una importante base industrial e infraestructura de apoyo, así como una alta especialización de su fuerza de trabajo.

Han sido establecidas 37 regiones de mejores perspectivas para el descubrimiento de minerales metálicos, equivalentes a 40 000 Km², lo que representa 35% del territorio nacional.

Entre los minerales no metálicos, el país cuenta con grandes yacimientos de zeolita (reservas de 500 millones de toneladas) y de carbonato de calcio de alta pureza, idóneo para su producción en forma micronizada, con destino a las industrias del papel, el plástico y las pinturas.

La Unión del Níquel es la entidad encargada de la explotación y procesamiento del níquel y el cobalto a partir de minerales lateríticos. Sus tres plantas disponen, en conjunto, de una capacidad potencial de procesamiento anual de 70 000 toneladas de níquel. Las reservas de cobalto alcanzan, aproximadamente, 26% de las mundiales y, por su volumen, se ubican en el segundo lugar mundial. La Unión del Níquel es una fuerte organización empresarial con más de 50 años de experiencia. En el 2002, la producción de níquel fue de 75 mil 600 toneladas (Rodríguez, J. L. 2002).

La aplicación de nuevas tecnologías ha desempeñado un papel esencial en el *sector energético*, fundamentalmente, en la década de los 90. Cubapetróleo (CUPET) es la entidad que integra las actividades petroleras de prospección, refinación y comercialización. El conocimiento del potencial de hidrocarburos de Cuba comprende estudios actualizados que abarcan más de 70 000 Km² *onshore* y 70 000 Km² *offshore*.

La industria petrolera cubana ha experimentado un notable avance en los últimos diez años. Luego de la desaparición de la Unión Soviética y el campo socialista, han sido aplicadas modernas tecnologías que han posibilitado reducir las importaciones de hidrocarburos, las cuales significaban notables erogaciones para la economía, y avanzar en busca de la autosuficiencia de combustibles.

El programa petrolero incluye la aplicación de medidas geólogo-técnicas, entre las que figuran la introducción de la perforación horizontal y de multicaños con reducción del tiempo de perforación de los pozos, así como la instalación en éstos, de bombas más eficientes y de elementos que mejoran el sistema de bombeo del combustible.

Ya han sido alcanzados resultados importantes en este plan: se logra un mejor aprovechamiento del crudo y el gas acompañante que extrae, lo que ha significado que la producción de petróleo equivalente se multiplicara seis veces en la pasada década.

En lo que respecta al gas, su uso como combustible doméstico y en las industrias eléctrica, del cemento y otras, garantiza notable ahorro de divisas y crea una pequeña fuente de exportación de nafta.

Están vigentes 17 contratos de exploración a riesgo con compañías de Canadá, Francia, Suecia, España y otros países, que representan una inversión de más de 650 millones de dólares.

Se han iniciado los trabajos para la explotación petrolera en la zona económica exclusiva de Cuba, en el Golfo de México, lo que ha generado gran expectativa internacional.

En el 2000, la producción de crudo se elevó a 2 700 000 toneladas y la utilización del gas asociado al petróleo fue de 550 millones de m³, superando ampliamente en valor energético los tres millones de toneladas equivalentes (crudo más gas).

Si se observa las cifras de producción del decenio anterior, los resultados actuales rebasaron las expectativas. Para el actual quinquenio, 2000-2005, se pronostica una producción de 25 millones de toneladas de petróleo equivalentes, desde casi 4 millones en el 2001, hasta 6 millones en el 2005.

Para alcanzar este objetivo, la Empresa Cuba Petróleo prepara las condiciones correspondientes, para lo cual adquiere modernos equipos de perforación y de operación de pozos, acondiciona los nuevos yacimientos descubiertos, ejecuta redes de oleoductos y gasoductos para llevar a los clientes tanto el crudo, como el gas natural.

En el breve lapso de cinco años, el efecto de la sustitución de importaciones de combustibles pudiera alcanzar, en total, unos 3 mil millones de dólares (Oramas 2001).

En el año 2002, se arribó por primera vez a 4 100 000 toneladas de crudo. Esta cifra representa un crecimiento del 20%, y evidencia la efectividad de la perforación y la eficiencia en la explotación de los pozos por cada una de las empresas extractoras.

El crecimiento logrado respecto al 2001 (750 000 toneladas) es mayor que todo lo que se produjo en un año hace una década. En el 2002, a pesar de la difícil situación económica, fueron batidos todos los récords productivos y los indicadores de eficiencia sobrepasaron lo planificado; se destacó la productividad por trabajador, que sobrepasa las 1 000

toneladas, y el coeficiente de explotación de los pozos, que supera el 95%.

Con estos volúmenes de producción se garantizó, en el 2002, el 92% de la generación eléctrica nacional, toda la producción de cemento y casi 20% del total del crudo refinado, además de cubrir la mitad del consumo nacional. En el 2003, la producción de crudo nacional creció en un 2,9 %, lo que, unido al gas, implicó una producción de 4,3 millones de toneladas de petróleo equivalente, cifra superior en un 4,0 % a lo obtenido en el 2002 (Rodríguez, J. L. 2003).

Actualmente, se desarrolla un amplio programa de modernización de las centrales termoeléctricas con el propósito de dotarlas con tecnologías de avanzada, lograr mayor disponibilidad en la explotación, disminuir sus consumos específicos de combustible por Kwh generado e incrementar la utilización del crudo nacional.

El sector de la *química* básica abarca una amplia gama de producciones, entre las que se destacan: fertilizantes, gases industriales, pinturas, fibras cortas de rayón, producciones químicas a partir de electrólisis, plaguicidas, y bolsas y otros materiales plásticos. La industria química, estructuralmente una de las más importantes, no había alcanzado un desarrollo dinámico con anterioridad a 1990. Con excepción de los fertilizantes nitrogenados y la producción farmacéutica para uso humano y veterinario, líneas estas que se reconocen como química fina, no había alcanzado crecimientos significativos. Ello se debía al escaso desarrollo de la industria petroquímica y alcoquímica. En la actualidad, y con

Recuadro 3.6

El Centro de Investigaciones del Petróleo

El Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET), creado en la década de los 90, es resultado de la nueva etapa de desarrollo de la ciencia y la tecnología en Cuba. El CEINPET ha aplicado enfoques y prácticas modernas de gerencia, incluidos el planeamiento y la dirección estratégica. Uno de sus logros científicos más relevantes ha sido la producción de catalizadores, de amplio uso en el mundo como promotores de la combustión, mediante una tecnología que emplea como base el níquel cubano. Este producto se emplea en los procesos de craqueo catalítico de las refinerías de petróleo.

Otros logros del CEINPET:

- Pronóstico de la producción de hidrocarburos hasta el 2010, que permitió a CUPET elaborar planes de desarrollo consecuentes y equilibrados.
- Introducción de los resultados que propiciaron el incremento, en 8 veces, de la producción de hidrocarburos (petróleo y gas).
- Introducción de la tecnología de perforación horizontal.
- Publicación de los libros *Geología y potencial de hidrocarburos de la República de Cuba*, en 1983, y *La geología de los sistemas petroleros de Cuba*, en 1996.
- Estudio de la Zona Económica Exclusiva de Cuba en el Golfo de México.

Diagnóstico

el crecimiento de la industria petrolera, muestra señales de reanimación.

La *farmacéutica* es otra de las industrias que revelan resultados importantes y avances científico-técnicos (*Heber Biotec* 2003).

En 1959, no había en Cuba una industria farmacéutica desarrollada y la mayoría de las empresas en operación, aproximadamente 400, eran sucursales de laboratorios extranjeros. Las ventas de medicamentos ascendían a 60 millones de pesos anuales (equivalentes a dólares). Esta industria, dominada por intereses foráneos, no perseguía avances en la obtención y desarrollo de materias primas nacionales, ni estimuló la investigación científica.

En 1964, cuando el gobierno de los Estados Unidos suspendió oficialmente la venta de medicamentos a Cuba, estaban registrados más de 20 mil productos de uso médico de procedencia norteamericana. En 1998, Cuba ya había logrado disponer de un cuadro básico de 904 fármacos. La crisis de principios de los 90 colocaría al país en una situación extremadamente tensa en relación con la disponibilidad de medicamentos. A partir de 1997, la recuperación económica permitiría una leve mejoría, aunque aún las carencias resultan evidentes.

Durante la década de los 90, la industria farmacéutica cubana retomó la producción de una gran variedad de productos a partir de componentes naturales. En 1997, logró producir más de 50 millones de frascos de medicina natural para una amplia gama de enfermedades. Simultáneamente, se amplió la aplicación de tratamientos vinculados a la medicina tradicional, tales como la acupuntura, la homeopatía y la terapia floral.

En los últimos años, el desarrollo de la industria farmacéutica y biotecnológica ha constituido una prioridad del Estado, lo que ha permitido destinar importantes recursos a la inversión en la esfera de la investigación y la producción. Actualmente, se importa sólo aquellos productos protegidos por patentes o cuyas sustancias activas están controladas.

Cuba cuenta con 15 empresas de producción médico-farmacéutica, una empresa importadora-exportadora, una empresa distribuidora, una empresa de mantenimiento y un Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamentos. Más de 7 000 personas trabajan hoy en la industria. El 20%, aproximadamente, son técnicos y profesionales.

Tanto la industria farmacéutica tradicional como la de alta tecnología han sido beneficiadas por el desarrollo de las instituciones

de la rama biotecnológica. También han surgido nuevas instalaciones para la producción, entre las que se cuentan una planta de antibióticos, una de síntesis química, una fábrica de tabletas, plantas para la producción de inyecciones, insulina, hemoderivados, líquidos orales, almohadillas sanitarias, esteroides terapéuticos y anticonceptivos orales, las cuales han dotado a la industria de la capacidad de respuesta necesaria para asegurar productos de calidad, con la presentación y períodos de entrega que el mercado demanda.

Los avances de la *Biotecnología* cubana han sido notables (*Heber Biotec* 2003). En menos de 20 años, se pasó del pequeño laboratorio donde se obtuvo el primer producto --el interferón alfa natural--, a las modernas instalaciones, en las cuales fueron logradas la vacuna contra la hepatitis B, el interferón, el factor de crecimiento epidérmico y la estreptocinasa; todos por vía recombinante.

La obtención de los primeros interferones y anticuerpos monoclonales inició una nueva era para la medicina cubana. Actualmente, son varios los centros que elaboran y comercializan productos obtenidos por medio de técnicas biotecnológicas. Una de las empresas más representativas de esta nueva generación es Heber Biotec, creada en 1991, que lleva a escala industrial los productos del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, y el Centro de Investigaciones Biológicas.

Heber Biotec elabora más de 160 productos. Entre ellos, vacunas, interferones naturales y recombinantes, reactivos y sistemas de diagnóstico para el SIDA, la hepatitis C y otros, basados en el sistema ELISA, enzimas de uso industrial, anticuerpos monoclonales y programas automatizados para la investigación y la producción. La línea de productos farmacéuticos de Heber Biotec ha encontrado mercados en más de cincuenta países.

Las perspectivas de desarrollo más cercanas incluyen medicamentos como la primera vacuna de síntesis contra *haemophilus influenza* Tipo B, las vacunas combinadas pentavalentes y tetravalentes, la eritropoyetina recombinante, utilizada en las anemias de causa medular, el factor estimulante de colonias granulocíticas (GCSF), empleado para tratar la neutropenia que afecta a pacientes tratados con agentes químicos contra el cáncer. Otro grupo de productos está en la fase de investigación. Es el caso de las vacunas contra el SIDA, la hepatitis C y el dengue, así como nuevos usos del factor de crecimiento epidérmico, todos ellos de notable impacto social y económico a mediano plazo.

Resultados científico-técnicos más importantes en el período 1990-96

Esfera biomédica

- Introducción de más de 464 formas terminadas de medicamentos que sustituyen importaciones, y registro de 158 nuevos productos.
- Avances importantes en el desarrollo y producción de vacunas: incremento de la eficiencia productiva y profundización en estudios de terreno de la Vacuna Meningococo BC, la combinada ABC y la recombinante de la Hepatitis B. Resultados parciales importantes en las vacunas contra el SIDA y el cólera, en fase de ensayos clínicos, así como en las de Dengue, *Haemophilus* y terapéuticas contra el cáncer.
- Manejo de la tecnología de obtención de anticuerpos monoclonales (AcM) recombinantes humanizados y avance en la obtención de fragmentos de AcM; desarrollo de AcM marcados con radioisótopos para diagnóstico.
- Introducción de más de 40 juegos diagnósticos para enfermedades transmisibles y no transmisibles, incluida la certificación de sangre, con importantes aportes en el Sistema Ultramicroanalítico (SUMA) y las tecnologías de diagnóstico rápido.
- Fabricación de hemoderivados como Intacglobín, IGEGAM e Inmunoglobulina IgA secretora.
- Perfeccionamiento de los productos EGF, Estreptoquinasa e Interferón y ampliación de sus aplicaciones.
- Descubrimiento de nuevas propiedades de productos desarrollados en etapas anteriores como, por ejemplo, el efecto antiagregante plaquetario del policosanol, la identificación de nuevas funciones biológicas del Factor de Transferencia, el empleo del Interferón alfa como regulador del virus del papiloma humano en el cáncer cérvico-uterino, así como la aplicación del Interferón para el tratamiento de ciertos tumores benignos de piel.
- Incremento de la producción nacional de radiofármacos y compuestos marcados con isótopos radiactivos.
- Desarrollo y producción de equipos médicos de alta tecnología. Entre los más destacados están los de la familia NEURONICA para estudios neurofisiológicos, la Resonancia Magnética Nuclear, los sistemas de electrocardiografía CARDIOCID y, más recientemente, el MINICARE, así como el sistema de diagnóstico microbiológico rápido DIRAMIC.

Agroindustria azucarera y esfera agropecuaria

- Desarrollo e introducción de la combinada cañera KTP-2M.
- Generalización del sistema de micropropagación en biofábricas de plátano, caña, papa, piña y otros cultivos.
- Desarrollo de nuevos sistemas de propagación de plantas *in vitro* (embriogénesis somática, inmersión temporal, semilla artificial) en fase de escalado y que constituyen de los más avanzados internacionalmente en caña de azúcar y otros cultivos de interés agrícola.
- Aplicación de técnicas moleculares para la obtención de plantas transgénicas, el diagnóstico fitosanitario y el apoyo a los programas de mejoramiento genético.
- Desarrollo de nuevas técnicas de diagnóstico, control y lucha contra plagas y enfermedades en plantas y animales.
- Desarrollo de vacunas veterinarias como *Leptospira* polivalente porcina, *Babesia bovis*, *Escherichia coli fimbrial*, Parvovirus canino y *Boophilus microplus*. Resultados preliminares prometedores en las vacunas de la Anaplasmosis bovina y la Viruela aviar.

- Perfeccionamiento de las tecnologías de producción de café y cacao, y determinación de los parámetros agrotécnicos para la producción de viandas, granos y hortalizas en la montaña.
- Perfeccionamiento de los sistemas de lucha integrada y manejo de plantaciones en el cultivo del arroz.
- Clasificación genética y registros de fertilidad de los suelos de Cuba. Tecnología antioserosiva en base a bordes de desagües y canales empastados, así como de tecnologías para la preparación de suelos salinos.

Industria y energía

- Incremento sustancial de la producción de crudo cubano y de su asimilación por las termoeléctricas, la industria del cemento y otras.
- Desarrollo de catalizadores para refinerías de petróleo, que permitieron ahorros importantes por sustitución de importaciones.
- Incremento de la capacidad de generación eléctrica en la industria azucarera en un 16% (respecto a 1990).
- Construcción e instalación de 150 sistemas para producir energía fotovoltaica en establecimientos pequeños y aislados.
- Conclusión de estudios sobre generación de electricidad utilizando el bagazo y residuos agrícolas de la cosecha cañera e introduciendo turbogeneradores de condensación, que sirvieron de base para la elaboración del programa de reconversión energética de la industria azucarera.
- Desarrollo y aplicación de tecnología para la producción de roncs cubanos con nuevos procesos de depuración y añejamiento.
- Introducción de nuevas tecnologías en la industria del níquel que permitieron disminuir el consumo de portadores energéticos y materias primas, así como recuperar cantidades importantes de níquel disueltas en los efluentes de desechos industriales.
- Obtención de nuevos productos derivados del níquel como el polvillo de níquel y el sulfato de níquel heptahidratado de alta pureza.
- Desarrollo de sistemas para gestión y explotación del transporte turístico.
- Sistema inteligente para el control energético de hoteles.
- Desarrollo de tecnologías para la producción nacional de aceites especiales.
- Desarrollo e introducción de la remodelación de calderas bagaceras, utilizando el torbellino horizontal.
- Desarrollo y evaluación, en condiciones prácticas, de la varamulsión como combustible mejorado.

Ciencias Naturales y protección del medio ambiente

- Estudio nacional sobre la diversidad biológica de Cuba.
- Estudio de predictibilidad, impactos y modulación de impactos de los eventos ENOS (El Niño-Oscilación Sur) en Cuba.
- Estudios sobre isostasia en Cuba: una caracterización y delimitación de zonas potencialmente sísmicas.
- Estudios y evaluaciones de ecosistemas naturales de interés para el turismo como Península de Hicacos, Baconao, Gran Piedra, Atlántico Norte y el subarchipiélago Sabana-Camagüey.
- Determinación de la estructura geográfica para la transformación económica y social de sistemas montañosos seleccionados.
- Tecnología para la recultivación de suelos degradados por la minería a cielo abierto.
- Evaluación de la contaminación por metales pesados en los litorales de Nicaro y Moa.

El Instituto Finlay, que posee la única vacuna contra la meningitis BC existente en el mundo, investiga y produce vacunas y sueros desde 1991. Participa en el Sistema Regional de Vacunas de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y de la Organización Mundial de la Salud (OMS), así como en el Comité Consultivo del Programa de Iniciativa de la Vacuna de la Infancia, de la OPS y la UNICEF.

Posee cuatro modernas plantas de producción, un centro de aseguramiento de la calidad, cuatro áreas de investigación y un centro de desarrollo. Esta infraestructura es fundamental en la integración del programa de vacunas combinadas.

Otros centros y empresas comerciales se suman a la lista de proveedores de productos biotecnológicos para la industria farmacéuti-

El posicionamiento de los productos biofarmacéuticos para su comercialización internacional representó un cambio cualitativo en la estructura tradicional de las exportaciones cubanas

ca: Centro Nacional de Biopreparados (Bio-cen) y Laboratorios Dalmer S.A., encargado de comercializar el atermixol (policosanol o PPG), que actúa en la disminución de los niveles de colesterol.

Los Laboratorios Biológico Farmacéuticos y Labiofam S.A. concentran su actividad en la medicina veterinaria. Producen vacunas con virus vivos, vacunas inactivadas, sueros, inmunoglobulinas, antígenos y derivados proteicos para los medios de diagnóstico de enfermedades en varias especies animales.

Labiofam ha firmado contratos con empresas brasileñas para la producción de vacunas en Belo Horizonte y Rio Grande do Sul, y se propone ampliar los negocios con países como China, Bélgica, Guatemala y Uganda.

El posicionamiento de los productos biofarmacéuticos para su comercialización internacional representó un cambio cualitativo en la estructura tradicional de las exportaciones cubanas, en tanto éstos constituyen rubros vinculados a sectores de alta tecnología y a las tendencias principales del progreso científico-técnico en el ámbito mundial, y requirieron elevar la profesionalidad de las exportaciones y desarrollar una cultura productiva radicalmente nueva.

En términos de ingresos, los resultados alcanzados resultan significativos si se considera las crecientes dificultades que presenta la penetración de este segmento en el mercado mundial y los obstáculos que impone el bloqueo norteamericano.

La participación relativa de los productos farmacéuticos en las exportaciones cubanas ha sido favorable, aunque debe considerarse que estos resultados se han obtenido en un contexto de reducción significativa de las ventas externas de la Isla y mediante una elevada concentración en un reducido número de productos.

La estabilización de las exportaciones ha sido posible por la aplicación de una estrategia comercial más activa, la cual ha incluido el incremento del número de productos cubanos registrados en otros países, la incorporación regular de nuevos productos con calidad exportable, la evaluación de las posibilidades de formalizar alianzas con entidades extranjeras para la comercialización, la realización de inversiones en el exterior para satisfacer mercados potenciales en mejores condiciones, el ajuste de la oferta de vacunas a paquetes, así como la consolidación de acuerdos de alcance global con compañías extranjeras de prestigio.

Perspectivamente, se prevé un salto aún más importante en los ingresos por las ventas de estos productos en el exterior.

Ya en el año 2001, las exportaciones del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología crecieron en un 52%, y las del Instituto Finlay en más de un 60%. Estas instituciones han llevado el peso decisivo en el desempeño exportador de esta industria en el período que se analiza.

El Centro de Isótopos, por su parte, se dedica al desarrollo y producción de radiofármacos y diagnosticadores de amplio uso en la medicina nuclear y los laboratorios clínicos, y realiza servicios científico-técnicos especializados en apoyo a otros centros de la industria farmacéutica.

Durante el año 2003, la Biotecnología continuó consolidándose. Ha generado 600 patentes, expresadas en productos novedosos que se emplean en la solución de los problemas de salud de la población y se venden en más de 40 países. Estas exportaciones crecieron por encima del 13% e incorporaron, en el 2003, productos tales como la Vacuna del Hemófilus, destinada a la prevención de la meningitis y la neumonía en los niños; el factor Estimulador de Colonias y el Anticuerpo Monoclonal R₃, estos últimos destinados al tratamiento del cáncer (Rodríguez, J. L. 2003).

La industria *alimenticia* es otro sector con importantes avances. A partir de 1989, la drástica reducción de los recursos financieros y el suministro de materias primas afectó gravemente los sectores pecuario y azucarero, lo que provocaría una caída del 50% en las producciones del MINAL.

En consecuencia, se inició un proceso de racionalización, reordenamiento empresarial y laboral, y reconversión industrial. Bajo estas nuevas condiciones, las investigaciones emprendidas en este sector industrial se orientaron, preferentemente, a la creación de tecnologías y aditivos, la introducción de sustitutos y extensores alimenticios, así como el enriquecimiento mineral y vitamínico de los alimentos.

Como parte de la infraestructura de investigaciones de la industria alimenticia, se cuenta con plantas piloto a escala industrial para carne, leche y sus derivados, cereales, pan, aromas, confitería, fermentación, conservas, residuales e irradiación. Además, por su importancia para la protección del medio ambiente, se ha desarrollado un programa para caracterizar los residuales y definir tecnologías para su tratamiento, así como para realizar proyectos típicos de equipos y sistemas de trata-

miento de aguas industriales y residuales líquidos.

En general, el sector del *transporte* fue de los más afectados por la contracción económica de los 90. Sin embargo, en el presente, es objeto de un impulso recuperativo y en ese empeño, las actividades marítimas y terrestres se han sumado al concurso de los que buscan en la explotación descentralizada de sus recursos y en sus propias posibilidades de negociación con capital foráneo, respuestas básicas al desarrollo.

En este sentido, en el país se han puesto en práctica iniciativas para recuperar una parte importante del parque de locomotoras, modernizar el transporte marítimo y los puertos, o mejorar la transportación de cargas y pasajeros por carretera, así como su soporte vial.

Adicionalmente, todas estas esferas han experimentado una radical reestructuración y un proceso de perfeccionamiento empresarial, destinados a lograr el óptimo aprovechamiento de sus potencialidades, a la vez que una mayor, más ágil y personalizada capacidad de maniobra en los negocios.

Precisamente, en el área de la actividad negociadora existe un amplio movimiento que tiene como objetivo la readecuación, modernización y ampliación, tanto del equipamiento como de la infraestructura del transporte.

Una de esas actividades importantes es el ofrecimiento de servicios especializados. En particular, existe un grupo de entidades, dedicadas al diseño y construcción de vías, equipos y obras. Algunos ejemplos son los siguientes:

- Empresa de Vías, Obras y Construcciones Ferroviarias, que elabora proyectos para vías férreas y para obras de fábrica y edificaciones que forman parte de la infraestructura en ferrocarriles.

- Empresa de Ferrocarriles, Puentes y Carreteras, que diseña y proyecta vías férreas, puentes, carreteras, estudios hidrológicos y levantamientos topográficos.

- Empresa TECNOMEC (Mecánica Nacional y Tecnología), que realiza trabajos de diseño, ingeniería y consultoría, en el campo de la construcción naval, la termoenergética y las instalaciones electromecánicas.

Otro sector con importantes avances científicos es el de las *construcciones*.

A comienzos de la década de los 90, experimentó un fuerte impacto negativo, semejante al del resto de la economía; pero, a mediados de la década, se observaban los primeros síntomas de recuperación.

Uno de los primeros pasos fue la creación de la empresa Tecnologías Internacionales para la Construcción S.A. (TICSA), entre cuyos objetivos estaba alcanzar un nivel constructivo comparable a los internacionales, a través de la rigurosa investigación de tecnologías y métodos utilizados en los países desarrollados y la concepción de un sistema con nuevas formas organizativas.

El sistema integral, concebido para la construcción, comprendió el rediseño de la infraestructura industrial, así como la utilización de tecnologías de avanzada en el diseño, los materiales, los servicios, el financiamiento y la gestión de proyectos.

Un nuevo sistema de diseño ha incorporado el empleo de las últimas técnicas y avances en *hardware* y *software*, las cuales permiten concebir, elaborar y presentar proyectos en 2 y 3 dimensiones. Ello hizo posible introducir dos sistemas tecnológicos, basados en el empleo de poliestireno expandido (EPS), material muy ligero y de bajo costo, de uso generalizado en países desarrollados:

- Sistema HORM-EPS, basado en la utilización de piezas moldeadas de espuma rígida de EPS con agarre mecánico incorporado que satisfacen las exigencias de cualquier diseño.

- Sistema MET-EPS, que utiliza una estructura portante elaborada con perfiles laminados en frío de diferentes secciones y espesores de chapa de 1 y 2 mm, las cuales son empleadas en paredes, entresijos y cubiertas. Este sistema obtuvo el primer premio de calidad como tecnología constructiva en la feria FECONS 2001.

Ambos sistemas permiten introducir la pequeña mecanización, que sustituye trabajo manual e incrementa la productividad, disminuye los costos en 46%, ahorra 40% del costo energético en la explotación de la instalación, no contamina el ambiente y aumenta el *comfort* térmico y acústico.

La aplicación de la ciencia y la tecnología también ha permitido el aumento de las capacidades en la industria de materiales de la construcción, sobre la base de la adquisición e instalación de modernas tecnologías procedentes de países desarrollados.

Todas las ramas constructivas y de materiales de la construcción han recibido importantes recursos para la modernización tecnológica y la ampliación de las capacidades de producción. Casos especiales lo constituyen las industrias del cemento y de mármoles. Respecto a esta última, los esfuerzos se concentran en la búsqueda de nuevos yacimientos y

La aplicación de la ciencia y la tecnología también ha permitido el aumento de las capacidades en la industria de materiales de la construcción, sobre la base de la adquisición e instalación de modernas tecnologías procedentes de países desarrollados

en la introducción de técnicas más modernas para su explotación.

Otra dirección importante ha sido rescatar técnicas tradicionales de bajo costo mediante el empleo de materiales locales, tales como el cemento romano, los bloques machihembrados y los ladrillos prensados, y desarrollar nuevas tecnologías con estos principios, lo que ha permitido reducir el impacto de las restricciones financieras.

Por otro lado, han sido desarrollados los servicios de construcción e ingeniería, disponibles en el sector de la construcción:

- Ingeniería de construcciones costeras, marítimas, portuarias y de dragado.
- Investigaciones ingeniero-geológicas.
- Construcción y montaje industriales (desde el movimiento de tierra hasta la puesta en marcha).
- Construcción y montaje especializado.
- Arquitectura e ingeniería.
- Diseño de las obras, programas de computación y asesoría técnica especializada.

La asesoría técnica extranjera de alto nivel alcanzó un peso importante durante las últimas décadas, fundamentalmente, en montaje industrial, producción, informática, mantenimiento de obras, geología, geotécnica, geofísica, seguridad e higiene del trabajo, hidráulica, dragado y oceanología.

Es elevada la capacidad profesional de los trabajadores del sector constructivo en Cuba. Entre 1959 y 1999, se han graduado 7 566 arquitectos, 11 094 ingenieros civiles y 3 523 ingenieros hidráulicos. En sólo dos años, se gradúan más profesionales que todos los graduados entre 1902 y 1958 (Toraya-Chavín 2001). Hacia mediados de la década de los 90, había más de 20 000 profesionales de casi todas las especialidades, incluidos 10 400 técnicos de nivel medio (Villanueva 1994).

Entre los logros más importantes están el desarrollo, introducción y generalización de las carreteras en el mar (pedraplenes) como alternativa de un país del Tercer Mundo para acceder a sus cayos. No menos importante ha sido el desarrollo de métodos para dosificar el hormigón a partir de las características de los áridos cubanos, el desarrollo del método de hormigonado continuo, la elaboración y materialización de una estrategia para la reconversión y automatización de plantas preparadoras de hormigón --específicamente, los sistemas DOSAT de automatización--, y el desarrollo de aditivos químicos para el hormigón, a partir de las materias primas y subproductos industriales nacionales.

Todo ello ha permitido reducir el consumo de cemento en la producción de hormigón, elevar las prestaciones y la durabilidad de las estructuras de hormigón armado en nuestro ambiente marino y mejorar la calidad en la producción de estructuras.

También es notable el desarrollo y la transferencia de tecnologías en la construcción de grandes presas, lo cual ha permitido elevar los niveles de embalse e impedido devastadoras inundaciones en períodos de lluvias intensas y huracanes.

Han sido obtenidos nuevos materiales, medios y equipos, entre los que se destacan pinturas cementosas de producción nacional, repellos texturados, morteros monocapa, impermeabilizante cementoso D-10, piezas sanitarias cerámicas de bajo consumo de agua, calentadores solares, etc.

Avances importantes, entre muchos otros, son los siguientes:

- Elaboración de mapas ingeniero-geológicos de regiones importantes para la construcción y, en especial, de los principales polos turísticos.
- Desarrollo de los ensayos de mecánica de suelos.
- Caracterización geotécnica de las arenas calcáreas en zonas costeras y de las rocas sedimentarias débiles.
- Desarrollo de cimentaciones semiprofundas y de cimentaciones bifuncionales y fosos compactos.
- Generalización de la fotogeología y la teledetección en los trabajos geotécnicos.
- Desarrollo de las técnicas de soldadura de metales, montaje de las estructuras metálicas y elaboración centralizada de armaduras de acero para las estructuras de hormigón armado.

La construcción por métodos de bajo costo hizo posible, entre 1995 y 1999, entregar 243 300 viviendas con una erogación de 888 millones de pesos. Aún así, todavía no se satisfacen totalmente las necesidades (Toraya-Chavín 2001).

Mención especial merece el *turismo*. Durante los años 90, se puso en práctica un importante programa de desarrollo con el objetivo de aumentar las capacidades y la oferta. Fueron destinados a este fin cuantiosos recursos, tanto nacionales como procedentes del exterior, incluida la asociación con firmas extranjeras de reconocido prestigio.

En consecuencia, desde 1990, el turismo pasó a convertirse en una de las principales fuentes de ingresos en divisas del país, y ha

sido una de las ramas de mayor impacto en la evolución de la economía. Ha aumentado el peso del sector de los servicios en la estructura económica y en la aportación de divisas convertibles. Ello es una muestra del proceso conocido como *terciarización* de la economía, caracterizado por una creciente participación del sector servicios en el producto.

A partir de los años 90, el sector servicios ha devenido motor impulsor de la economía. En el 2000, su peso en el PIB se ubicó por encima del 50% y alcanzó su mayor dinámica en el período de recuperación económica, es decir, a partir de 1994. En el 2000, el sector terciario aportaba el 51,6% de los empleos de la economía. El turismo, en específico, representó el 41% en la estructura de las exportaciones cubanas y más del 50% de las ventas correspondientes al sector servicios (Malagón y Pico 2002).

Como consecuencia del rápido crecimiento del sector y el papel prioritario que alcanzaba, fue creado el Ministerio del Turismo en 1994. A partir de entonces, se diseñó un nuevo enfoque global del desarrollo turístico hacia el mercado internacional y fueron creadas las primeras empresas mixtas. Cuba se propuso consolidarse como destino turístico, a partir de un crecimiento acelerado del número de visitantes e ingresos.

La demanda de mercancías e insumos de la industria turística repercute en las reconversiones tecnológicas y provoca una mayor competitividad en la producción. En 1990, sólo el 18% de los productos locales satisfacían las necesidades del turismo, mientras al cierre del 2000, las empresas turísticas satisfacían el 61% de sus necesidades en el mercado nacional (Hosteltur 2001).

De modo que el desarrollo del turismo ha constituido uno de los factores fundamentales para la reanimación y modernización de la producción nacional, la introducción de nuevas tecnologías y la transformación de la cultura empresarial.

En el turismo, al igual que el resto de las ramas que han recibido inversión extranjera, la recepción de nuevas tecnologías constituye uno de los objetivos fundamentales. Durante la década de los 90, las entidades de este sector incluyeron en su accionar el uso de la tecnología, fundamentalmente, como vía para competir en el mercado.

Uno de los pasos importantes ha sido la informatización de la estructura operacional turística del país y el correspondiente aumento de la cantidad de entidades con acceso a *Internet*. Todas las instalaciones hoteleras disponen de equipos de computación y la co-

nexión en redes es del 88%. Alrededor del 40% de las entidades disfruta de acceso a *Internet* (GECYT 2001).

El destino turístico cubano fue lanzado al mercado, inicialmente, como un destino de sol y playa. Sin embargo, después de alcanzar un cierto posicionamiento en el mercado caribeño, se hizo necesario adoptar una política que condujera a la diversificación del producto turístico cubano, lo cual abrió nuevos caminos para la explotación de importantes recursos relacionados con otras modalidades y que hoy han sido incorporadas a la oferta, como el turismo de ciudad, naturaleza, salud, náutica, cultural, congresos, etc.

El aval de un excelente sistema de salud, con instituciones diseñadas para cada tratamiento específico, coloca al turismo de salud en Cuba en condiciones de responder a los clientes más exigentes en cuanto a restablecimiento físico y mental. Programas de primera línea y técnicas únicas llevan a los visitantes a instalaciones como el Centro Internacional de Retinosis Pigmentaria, donde se trata diversas patologías oftalmológicas, o el de Histoterapia Placentaria, especializado en tratamientos dermatológicos y la cura de ese extendido mal conocido como vitiligo.

Adictos a las drogas y al alcoholismo, muchos de ellos sin esperanzas en sus países de origen, encuentran en Cuba la solución a sus problemas. Tratamientos para regular el peso corporal, combatir el estrés, el envejecimiento y la realización de habituales chequeos médicos forman parte de la amplia gama de servicios que reciben los visitantes.

A mediados de la década de los 90, se inició un proceso de modernización de los servicios de *telecomunicaciones* en todo el país. En 1994, como parte del proceso de reinserción externa cubana y de las acciones para incrementar la inversión extranjera en la Isla, fue creada la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. (ETECSA) en asociación con Telecom Italia. Esta nueva asociación económica estaría encargada de la prestación de los servicios públicos de telecomunicaciones mediante la operación, instalación, explotación, comercialización y mantenimiento de las

Tabla 3.8

Indicadores del turismo en Cuba

<i>Incrementos en:</i>	<i>Tasa crecimiento promedio anual</i>	<i>1990</i>	<i>2000</i>
Arribos	18,0 %	430 000	1 774,0
Ingresos brutos (USD)	23,0 %	243 MM	1 952 MM
Habitaciones	12,9 %	12 866	35.3

Marín 2001

En la actualidad se cuenta con una red de transmisión nacional a través de una micro-onda digital, con distribución secundaria, y se desarrolla un backbone de fibra óptica nacional como soporte paralelo

redes públicas de telecomunicaciones en todo el territorio nacional.

La creación de esta nueva entidad económica y las acciones que ha puesto en práctica han permitido detener el deterioro de la red nacional de telecomunicaciones y mejorar sostenidamente el servicio.

Son notables el desarrollo de la red nacional de telecomunicaciones, visible por el nivel de digitalización alcanzado, la instalación y ampliación de la red pública de transmisión de datos, y los avances en la instalación de la red nacional de microondas digital, la extensión de la telefonía rural a las zonas de difícil acceso y la ampliación de los circuitos internacionales.

ETECSA cuenta con un potencial humano de 16 412 trabajadores, el 32 % de los cuales son graduados universitarios o técnicos de nivel medio en las especialidades de telecomunicaciones (Portal CUBA SI, <http://www.cubasi.cu>).

En el 2002, ya Cuba disponía de más de medio millón de líneas telefónicas, instaladas en 538 centrales en todo el país, de las cuales el 43% está digitalizado. La densidad de líneas en servicio por cada 100 habitantes es de 3,91%. ETECSA se propone, entre sus planes de modernización, el completamiento de la digitalización en las principales ciudades (Portal CUBA SI, <http://www.cubasi.cu>).

En la actualidad se cuenta con una red de transmisión nacional a través de una micro-onda digital, con distribución secundaria, y se desarrolla un *backbone* de fibra óptica nacional como soporte paralelo.

Desde 1999, se ha ejecutado la sustitución de todo el equipamiento instalado en el país por tecnología nueva, así como la instalación de nuevos teléfonos públicos.

Para ello, ETECSA ha desarrollado una red de telefonía pública en monedas y tarjetas en todo el país. Ofrece, además, otras formas de servicio telefónico público, tales como centros de llamadas comunitarios, centros de llamadas nacionales e internacionales y locutorios telefónicos.

Especial atención merece la incorporación de facilidades para discapacitados, tales como centros de intermediación para sordos, equipos y facilidades para impedidos físicos, y equipos para débiles visuales. Entre los proyectos se encuentra la introducción de los servicios de telefonía PIN y servicios públicos de teleconferencias, videoconferencias, *videophone*, mensajería electrónica e *Internet*.

En enero del 2004, la digitalización telefónica llegó hasta la provincia más oriental de Cuba, Guantánamo, a 910 Km de la capital.

Poco antes, llegó también hasta allí la red nacional de cables de fibra óptica. La digitalización telefónica de Guantánamo, una de las provincias más retrasadas del país en las tecnologías informáticas y de comunicaciones (TICs), permitirá incrementar la densidad telefónica desde 2,4 hasta 3,1 teléfonos por cada cien habitantes en ese territorio. Le seguirán Las Tunas y Granma --ambas con muy baja conectividad aún--, lo cual está previsto concluya en el 2005.

Cuba dispone de 6,37 teléfonos por cada 100 habitantes, con una distribución heterogénea. Por ejemplo, en Ciudad de La Habana hay 14 por cada 100 habitantes; pero hay provincias por debajo de tres, y zonas y regiones con menos de dos. En Ciudad de La Habana, hay municipios con alrededor de dos, mientras otros disponen de más de 14. Para el 2004, entrarán en servicio 80 000 nuevas líneas telefónicas con el propósito de alcanzar, en cuatro o cinco años, alrededor de 20 teléfonos por cada cien habitantes en Ciudad de La Habana, y entre 12 y 14 en el resto del país (*Juventud Rebelde* 2004). En menos de diez años, la digitalización ha crecido, de un 4% en 1995, a un 80% en la actualidad.

El primer paso para la conexión de Cuba a *Internet* fue dado en 1992, cuando el país se conectó a través del correo electrónico con Canadá, gracias a la cooperación de instituciones de ese país. Los avances logrados en estos primeros años tuvieron, sin embargo, como primera limitante, el deficiente estado del sistema telefónico nacional y su poca cobertura, incapaz de sustentar el establecimiento de la conexión y ampliarla a todo el país.

El programa de modernización de las telecomunicaciones abrió la posibilidad de concebir una conexión eficiente con *Internet*. En 1995, al CENIAI (Centro Nacional de Intercambio Automatizado de Información), perteneciente al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) le fue concedido un permiso de conexión. A principios de 1996, se estableció el primer sitio *web* cubano (Cubaweb), que ofrecía al mundo variada información sobre Cuba.

En 1996, el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros emitió un Decreto-Ley para regular el uso y desarrollo de redes de información y servicios de *Internet* dentro de Cuba. Sobre esa base, posteriormente, el CENIAI comenzó a ofrecer servicios a varias instituciones cubanas, fundamentalmente, de las áreas científicas y médicas.

Actualmente, se cuenta con una *Intranet* que permite el acceso a *Internet* de un gran

número de instituciones, personas y redes internas, como las siguientes:

- *Infomed*. Creada en 1992, es la red del sistema de información del Ministerio de Salud Pública. Facilita el intercambio de información electrónica en los campos de la medicina, la biomedicina y la salud, en general, además de que permite la vinculación entre profesionales, académicos, investigadores, funcionarios y trabajadores de la salud pública. Sólo a través de *Infomed*, acceden personalmente cerca de 30 000 profesionales, médicos y paramédicos.

- En la Educación Superior, prácticamente todos los profesores y la mayoría de los estudiantes acceden a *Internet*.

- *CIGBNet*. Red del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB) de Cuba. Establecida en 1991, presta servicios a miles de usuarios de los centros cubanos relacionados con las investigaciones en el campo de la Biotecnología y la Genética. Además, realiza tareas de desarrollo de *software* médicos que han sido utilizados y comprobados, no sólo en el país, sino también en el extranjero.

Otras redes proveen información comercial de distinto tipo sobre el país, como la red administrada por el Grupo de Electrónica para el Turismo, que permite la conexión entre numerosos hoteles.

Uno de los objetivos principales del programa informático cubano es su aplicación masiva, con todos los medios a su alcance, y ofrecer nuevos servicios al ciudadano cubano, contribuir a difundir la verdad de nuestro país en el mundo y obtener ingresos por exportación de productos y servicios informáticos.

Desde mediados de la década de los 80, se desarrolló un importante proyecto para la extensión masiva de la informática a toda la sociedad. La instauración de los *Joven Club de Computación* permitió acercar a niños, jóvenes y a todos los ciudadanos, al trabajo con las computadoras, permitiendo crear las bases para avanzar en la formación de una cultura informática. Los *Joven Club* cuentan con un moderno equipamiento, constituido por 3 141 computadoras, de las cuales el 97% son de última generación. Durante todos estos años, los *Joven Club* han impartido cursos, de forma gratuita, a más de 264 mil personas, la mayoría niños y jóvenes. Las ampliaciones realizadas a estas instituciones permitirán, desde ahora, graduar, en un año, a 103 mil personas.

Pero no sólo los *Joven Club* participan en este esfuerzo de formación. La enseñanza de la computación en las escuelas secundarias

Tabla 3.9

Los resultados obtenidos en las telecomunicaciones

Telefonía fija		
• Líneas telefónicas principales (miles)	488.6	(2000)
• Crecimiento anual (%)	5.8	(1995-2000)
• Teledensidad	4.4	(2000)
• Digitalización de la red (%)	70.5	
• Teléfonos públicos (miles)	18.6	(1998)
• Teléfonos públicos por 1 000 habitantes	2.03	
Telefonía móvil		
• Abonados (miles)	8.0	(2000)
• Crecimiento (%)	27.5	(1995-2000)
• Penetración de la telefonía móvil (%)	0.15	(2000)
• Inversión en telecomunicaciones (millones USD)	74.4	(1998)

AHCIET

se inició hace más de una década con la utilización de teclados inteligentes y televisores. En la actualidad, la mayoría de los centros posee aulas equipadas con modernas microcomputadoras personales, al igual que los centros de educación superior y de la enseñanza técnico profesional. Desde el año 2000, han sido instaladas alrededor de 13 000 computadoras en escuelas secundarias e institutos preuniversitarios, politécnicos y pedagógicos, mientras las universidades ya tienen cinco mil máquinas.

Todas las escuelas de enseñanza general imparten la computación y cuentan con máquinas que se utilizan, además, en el proceso docente-educativo. Un total 2 368 escuelas rurales que no tienen acceso a la red eléctrica han sido dotadas de paneles solares para alimentar los equipos, entre ellas 93 situadas en remotos sitios montañosos que imparten clases a un solo alumno. Las especialidades informáticas de programación y otras, son cursadas por 30 000 estudiantes de nivel medio (*Juventud Rebelde* 2004).

En la educación superior, hay una máquina por cada 12 estudiantes, quienes utilizan masivamente esta tecnología. La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), de reciente creación, cuenta ya con 4 000 alumnos y comenzará a graduar 2 000 profesionales al año, a partir del período 2006-2007, lo que se suma a las facultades de Informática, existentes en todas las universidades del país.

El Ministerio de la Informática y las Comunicaciones,⁹ ha concentrado la estrategia cubana en el desarrollo de redes nacionales, pri-

9. Este ministerio fue creado en el 2000 y concentró las áreas de informática, telecomunicaciones, redes de intercambio de información, servicios de valor agregado, radiodifusión, espectro radioeléctrico, comunicaciones postales, automatización e industria electrónica.

Redes existentes en Cuba

- BioRed (Havana)
- BioTec (Centro de Información y Consultoría para la Biotecnología y la Industria Médico-Farmacéutica)
- CENIAI
- Compañía Telemática Internacional SA, Gerencia DHL-Havana
- Estación Terrena de Holguín, MINCOM: holguin.cu
- Infomed
- Instituto de Cibernética, Matemática y Física (Havana) Joven Club de Computación (*Youth Computer Clubs*): tinored.cu
- Movimiento de los Joven Club de Computación:
- Red de la Academia de Ciencias de Cuba (REDACC) (Havana)
- Biblioteca Nacional de Cuba (Havana)
- Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (Havana)
- Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (Sancti Spiritus)
- Centro de Neurociencias de Cuba (Havana)
- Centro Provincial de Información de Ciencias Médicas (Camagüey)
- Centro Provincial de Información de Ciencias Médicas (Guantánamo)
- Centro Provincial de Información de Ciencias Médicas (Sancti Spiritus)
- Ciego de Avila (FICA)
- David
- Electromedicina Provincial (Holguín)
- FIDICT de Cienfuegos (PERLA)
- Granma (Bayamo)
- Instituto de Ciencias Básicas y Preclínicas (Havana)
- Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" (Havana)
- Instituto Superior Politécnico "Julio Antonio Mella" (Santiago de Cuba)
- Ministerio de la Industria Alimenticia (Havana)
- Polo Científico de Sancti Spiritus ("Yayabo")
- Guantánamo (RedGtmo)
- Turismo
- Unidad de Análisis y Tendencias en Salud (Havana)
- Universidad Central de Las Villas
- Universidad de Cienfuegos (UDEC)
- Universidad de La Habana (COMUH)
- Red Universitaria de Información Científica y Tecnológica (RedUniv) (Havana)
- *World Ordering Network Service* (Grupo Cubanacán, Havana)

MIC 2002

mero a pequeña escala, y después las ha extendido a todo el país. La prioridad brindada al desarrollo de la informática obedece al imperativo de su aplicación a la economía y la sociedad para promover el desarrollo.

En este sentido, tienen gran importancia las acciones de informatización hacia el ciudadano, como los servicios de telefonía y computación para discapacitados, así como los nuevos servicios de correo electrónico, servicios de navegación por la red de Cuba, servicios de transmisión y recepción de fax, digitalización de documentos e imágenes, etc.

Un aspecto de suma importancia es la proyección futura de las actividades de I+D y la asimilación de tecnologías. Entre las áreas que serán tenidas en cuenta figuran la TV digital, las redes de nueva generación, la bioinformática y la inteligencia artificial, entre otras.

Actualmente, son varios los sitios *web* cubanos, utilizados por muchas personas e instituciones dentro y fuera de la Isla.

En enero del 2004, Cuba disponía de un estimado de 270 000 computadoras, de las cuales el 65% estaba conectado a la red; había 1 100 dominios punto cu, más de 750 sitios en *Internet* y más de 480 000 cuentas de correo electrónico. Toda la prensa, nacional y local, está conectada a *Internet*. Varias estaciones de radio transmiten en *Internet* en tiempo real y Cubavisión Internacional está también disponible en la red.

Estas cifras --logradas a pesar de las limitaciones en la infraestructura de comunicaciones-- muestran un crecimiento importante, pero todavía son, por supuesto, insuficientes. Los 6,37 teléfonos por 100 habitantes, y las redes viejas y deterioradas, dificultan generalizar un acceso totalmente eficiente a *Internet*. Lo que se ha avanzado ha sido posible aplicando una política de acuerdo con la situación económica y los planes de desarrollo. Se ha privilegiado el uso de *Internet* en el ámbito social, en Salud Pública, Educación, Ciencia y Técnica, Prensa y Televisión nacional y local, cultura, banca, las ramas más importantes de la economía y, más recientemente, los servicios a la población (*Juventud Rebelde* 2004).

Simultáneamente, se desarrollan proyectos destinados a potenciar la industria cubana del *software*, con énfasis en la salud, la educación, la banca, las telecomunicaciones, el turismo y la cultura. En un futuro próximo, será una práctica cotidiana el uso de *software* cubano en la tele-medicina y en la tele-educación.

Desde los años 90, el sector informático ha recibido el impulso que proviene de la celebración, en el país, de convenciones y ferias bienales de informática, con amplia participación internacional. Estas ferias y convenciones se han consolidado como espacios para la presentación de los adelantos cubanos en el sector y para las ventas de productos informáticos cubanos que contribuyan a aumentar los ingresos en divisas.

Consideraciones finales

Este capítulo ha considerado el proceso de creación y crecimiento de la red de centros de investigación y/o servicios científicos y tecnológicos como elementos infraestructurales decisivos en la creación de capacidades endógenas para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Resulta, también, de vital importancia, el proceso similar ocurrido con la red de centros de educación superior, donde --por citar un ejemplo--, se pasó de tres universidades existentes en el período anterior a la

revolución, a cincuenta en la actualidad. Ello representa hoy un potencial de cerca de 25 mil profesores universitarios, investigadores todos, como parte consustancial de su actividad laboral. En el 2002, Cuba contaba con 6 mil investigadores categorizados, pero en la realidad, son más de 30 mil las personas que investigan.

Las universidades cubanas tienen un peso decisivo en el desarrollo científico-tecnológico y numerosos e importantes son sus resultados, así como el impacto derivado de sus investigaciones, desde 1959 hasta la fecha.

Para la economía cubana, el proceso científico-técnico se ha convertido en el motor impulsor del desarrollo. En sentido general, la gama actual de investigaciones en los diferentes sectores es muy amplia. Se trabaja en nuevas producciones de la industria del níquel, la prospección y extracción de petróleo, la obtención de aceites lubricantes y el desarrollo de sistemas tecnológicos que ahorren combustible.

También se investiga en torno al desarrollo de fuentes no convencionales de energía, incluidas la energía solar. En el campo de la electrónica, se desarrollan diversos y novedosos equipos, así como programas de alta complejidad para computadoras. Se estudia y aplica la robótica, y se avanza en el uso del láser en diferentes aplicaciones. Tanto en los sectores tradicionales como en los más novedosos se observan amplias perspectivas para el futuro del país.

Evidentemente, los resultados generales apreciables en estos sectores son reflejo del trabajo global que en la esfera de la ciencia y la tecnología se ha desarrollado en el país durante años.

Ha sido, quizás, durante los años de crisis económica, conocidos como *período especial*, cuando, como nunca antes, la investigación ha aportado mayores resultados de significación científica, económica y social. Durante estos difíciles años, el país, haciendo un enorme esfuerzo, ha dedicado a la actividad de investigación-desarrollo, como promedio anual, 0,94% de su Producto Interno Bruto. Más que ningún otro país de América Latina y, sin dudas, una cifra muy alta para cualquier país del Tercer Mundo (Simeón 2000).

A pesar del derrumbe del campo socialista y la intensificación del bloqueo, el Estado cubano ha mantenido la voluntad de seguir el camino del desarrollo científico; ningún centro fue cerrado e incluso se terminaron nuevas e importantes instalaciones, entre ellas, el Centro Nacional para la Producción de Animales de Laboratorio, el Centro de Inmunología Molecular, el

Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones y el Centro de Isótopos.

El sistema cuenta con 218 Unidades de Ciencia y Técnica (UCT), de las cuales 115 son importantes centros de investigación y el resto, áreas de investigación-desarrollo de empresas y otras entidades. En ellas, laboran 31 421 trabajadores, de los cuales el 38% son universitarios y, entre ellos, el 45 % son investigadores categorizados.

Resulta importante destacar el espacio ganado en el mercado externo por los productos y tecnologías del sector biotecnológico y médico-farmacéutico cubano. Ya sea por las ventas directas de los diferentes rubros o a través de la transferencia de tecnologías, se logran ingresos en divisas que han permitido recuperar las inversiones realizadas y contribuir al sistema de salud. La sola introducción masiva de la vacuna contra la menin-

Recuadro 3.9

Las TICs y el bloqueo

El bloqueo de Estados Unidos obstaculiza seriamente el acceso de Cuba a las nuevas tecnologías informáticas y de comunicaciones:

- Desde 1962, Cuba tiene prohibido el acceso a las telecomunicaciones y equipos de cómputo de cualquier compañía o subsidiaria estadounidense.
- Por el bloqueo, el sector cubano de las telecomunicaciones ha sufrido pérdidas millonarias en las actividades de telefonía básica e inalámbrica, sistemas de alarma, comercio electrónico y comunicaciones postales. Sólo en la actividad telefónica, las pérdidas ascendieron a 21,7 millones de dólares en 2002
- Si no existiera el bloqueo, con una participación de sólo el 0,1% en el mercado del comercio electrónico de Estados Unidos, que rebasa ampliamente los 500 000 millones de dólares anuales (dato del año 2000), Cuba pudiera ingresar más de 500 millones de dólares al año.
- Debido a la imposibilidad de comprar en el mercado estadounidense, la empresa cubana CITMATEL, suministradora de equipos de computación a centros científicos de la Isla, tiene muchas veces que comprar a través de terceros países y pagar hasta un 30 por ciento más en relación con el precio en Estados Unidos.
- El 10 de abril de 2003, el Departamento de Comercio de Estados Unidos denegó una licencia de exportación a USA/Cuba-Infomed, organización no gubernamental humanitaria radicada en California, que pretendía, como en ocasiones precedentes, donar 423 computadoras a hospitales y policlínicos cubanos para apoyar la red de diagnóstico e informaciones médicas. "Esta exportación sería perjudicial a los intereses de política exterior de los Estados Unidos", adujo.
- Cuando el ejército norteamericano desarrolló el correo electrónico, Cuba no tuvo acceso a ese servicio, ni a *know-how* técnico, ni a equipamiento. Hasta mayo de 1994, permaneció bloqueado para los cubanos el acceso a sitios norteamericanos en *Internet*. Cuba no pudo, por tanto, enrolarse tempranamente en *Internet*.
- La Ley Torricelli, de 1992, que reforzó el bloqueo, identificó las comunicaciones con Cuba como una forma de debilitar al régimen revolucionario.
- No depende de Cuba conectarse a *Internet* a la velocidad que desee hacerlo, o con tantos canales y proveedores independientes como pueda elegir. Cada vez que Cuba intenta añadir un nuevo canal a *Internet*, la contraparte estadounidense debe obtener la licencia apropiada del Departamento del Tesoro de Estados Unidos. De modo similar, si una compañía norteamericana quiere abrirle un nuevo canal a Cuba o decide aumentar la velocidad de la conexión, se debe expedir una licencia.
- La actual conexión cubana a la llamada red de redes no ofrece el ancho de banda adecuado para satisfacer la demanda del país. El bloqueo obliga a Cuba a utilizar un ancho de banda y una conexión al satélite, caros y lentos. El problema podría resolverse si se conectara un cable de fibra óptica entre Cuba y el estado de la Florida, pero las autoridades estadounidenses no lo han permitido.

Juventud Rebelde 2004

gitis meningococcica ha permitido reducir más de diez veces la tasa de incidencia de esa enfermedad.

Los avances reportados en las investigaciones relacionadas con la protección del medio ambiente han sido significativos. Como resultado de la inclusión de esos indicadores en el plan de la economía, este renglón recibió el 10,8% del total de las inversiones anua-

les del país en el período 1998-2001, de las cuales el 37,5% fueron en divisas.

A pesar de estos avances, se conoce que todavía la ciencia y la tecnología pueden llegar a tener un mayor impacto en la economía y la sociedad cubanas, para que estén en correspondencia con las potencialidades y los recursos humanos altamente calificados ya desarrollados por la revolución. ■

Referencias

- ACC 1988. *Informe de rendición de cuentas a la Asamblea Nacional del Poder Popular*. La Habana, Editorial Academia de Ciencias de Cuba.
- AHCIET (Asociación Hispanoamericana de Centros de Investigación y Empresas de Telecomunicaciones). <http://www.ahciet.net/>
- BNC 1995. *Informe Económico 1994*. La Habana, BNC.
- Business Tips 1995. "Construcción e ingeniería. Servicios cubanos." *Business Tips on Cuba*, agosto.
- Business Tips 1999. "Un despegue necesario, a las puertas del 2000." *Business Tips on Cuba*, septiembre.
- Castro Díaz-Balart, F. 2002. *Cuba. Amanecer del Tercer Milenio*. Ed. Debate S.A.
- Castro Ruz, F. 1980. *Informe Central*. II Congreso del Partido Comunista de Cuba. La Habana.
- CITMA 1996. "Estructura de las entidades por campos de las actividades científicas." Dirección de Política Científica y Tecnológica, Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente.
- CITMA 1997. "La ciencia y la innovación tecnológica en Cuba (bases para su proyección estratégica)." Proyecto. La Habana, CITMA.
- Diagnóstico S/f. "Diagnóstico sobre la geología y su estrategia en Cuba." (Documento elaborado por el grupo geológico de la Comisión para el diagnóstico y la estrategia de las geociencias en Cuba, constituido por investigadores del Instituto de Geología y Paleontología (IGP), del Ministerio de la Industria Básica, con la colaboración de especialistas del Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET), del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), la Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas (ENIA); profesores del Centro Universitario de Pinar del Río e Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, y enriquecido con la participación de los miembros de la Sociedad Cubana de Geología y de la Unión de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba. Coordinadores: Lic. M. Roberto Gutiérrez Domech, Dr. Carlos M. Pérez Pérez; participantes: Dr. Bienvenido Echevarría (IGP), Dr. Gustavo Furrázola Bermúdez (IGP), Dr. Guillermo Millán (IGP), Lic. Jesús Hernández Fernández (IGP), Dr. Rafael Guardado Lacaba (ISMM), Ing. Carlos Enrique Cofiño Arada (CUPR), Ing. Rafael Feitoó (UNAICC), Ing. Gervasio Rodríguez (INRH).
- Edquist, C. 1985. *Capitalism, Socialism and Technology*. London, Zed Books LTD.
- Fernández de Bulnes, C. et al. 2000. *Política industrial, reconversión productiva y competitividad: la experiencia cubana de los 90*. La Habana, INIE.
- Fernández Font, M. 1996. "El desarrollo de las ciencias y la tecnología en Cuba. Antecedentes, Actualidad y Perspectivas." Mayo.
- Ferriol, A. 1998. "Política social: un enfoque para el análisis." *Cuba. Crisis, ajuste y situación social*. La Habana, Editorial de Ciencias Sociales.
- Figueras, M. 1994. *Aspectos estructurales de la economía cubana*. La Habana, Editorial de Ciencias Sociales.
- GECYT 2001. Resumen ejecutivo del diagnóstico de ciencia y tecnología al Ministerio del Turismo. Noviembre.
- Guevara, E. 1962. "Tareas industriales de la Revolución en los años venideros." *Cuba Socialista*, Núm. 7 (marzo), La Habana.
- _____ 1966. "Tareas generales para 1963." "Orientaciones para 1964." "Tareas fundamentales para 1965." *El Che en la Revolución Cubana*. La Habana.
- Heber Biotec 2003. "Cuba: evolución de la estrategia nacional exportadora." Contribución presentada al Foro Ejecutivo. Cancún, 6-9 de septiembre del 2003. Grupo Técnico Nacional: Dr. Carlos Mella, Vice Director de Heber Biotec. y Msc. Gladys Hernández, Jefe del Grupo de Finanzas Internacionales del CIEM.
- Hosteltur 2001. *Revista Hosteltur*. Cuba, Núm. 22, abril.
- Juventud Rebelde 2004. "Declaraciones del Ministro de Informática y Comunicaciones: La digitalización y el acceso a Internet seguirán creciendo." Periódico *Juventud Rebelde*, 18 de enero.
- Malagón, M. y N. Pico 2002. *Evaluación del Comercio de Servicios. La Experiencia de Cuba*. La Habana, Centro de Información sobre el Turismo.
- Marín, A. 2001. *Desarrollo turístico en Cuba*. La Habana, Centro de Información sobre el Turismo.
- Martínez, O. 2003. "Intervención ante la Asamblea Nacional sobre los temas del Plan de la Economía Nacional y el Presupuesto del Estado." Periódico *Granma*, La Habana, 24 de diciembre.
- Menéndez, C. 2000. "Un balance de 35 años." *Cuba Foreign Trade*, Núm. 3.
- MIC 2002. "Situación actual y perspectivas de la informatización de la sociedad en Cuba." <http://www.ahciet.net/>
- MINREX 2003. Presentación del gobierno cubano al 58 Período de Sesiones de la Asamblea General de Naciones Unidas. Octubre-noviembre.
- PCC 1990. *Informe Central I, II, III Congreso del Partido Comunista de Cuba*. La Habana, Editora Política.
- Portal Cuba Sí, <http://www.cubasi.cu>
- Risquet, J. 1975. "X aniversario del movimiento millonario." Periódico *Granma*, La Habana, 5 de marzo de 1975.
- Rodríguez, C. R. 1963. "Cuatro años de Reforma Agraria." *Cuba Socialista*. Núm. 21 (mayo), La Habana.
- Rodríguez, G. M. 1980. *El proceso de industrialización de la economía cu-*

- bana*. La Habana, Edit. de Ciencias Sociales.
- Rodríguez, J. L. 1982. La economía cubana entre 1976 y 1980: Resultados y perspectivas". *Economía y Desarrollo*, Núm. 66, La Habana.
- _____ 1990. *Estrategia del desarrollo económico en Cuba*. La Habana, Edit. de Ciencias Sociales.
- _____ 2002. "Informe ante la Asamblea Nacional sobre los resultados económicos del 2002 y el plan económico y social para el año 2003." Periódico *Granma*, La Habana, 23 de diciembre.
- _____ 2003. "Informe ante la Asamblea Nacional sobre los resultados económicos del 2003 y el plan económico y social para el año 2004." Periódico *Granma*, La Habana, 25 de diciembre.
- Sáenz, T. y E. Capote 1989. *Ciencia y tecnología en Cuba*. La Habana, Editorial de Ciencias Sociales.
- Simeón, R. E. 2000. "Discurso de la Ministra de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente en la Asamblea Nacional del Poder Popular; una amplia información sobre la gestión de ese organismo." Septiembre.
- Toraya-Chavín, J. 2001. *500 años de construcciones en Cuba*. La Habana, Servicios Gráficos y Editoriales.
- Torres, O. 1981. "El desarrollo de la economía cubana a partir de 1959." *Comercio Exterior*, México, Vol. 31, Núm. 3.
- UNESCO 1988-1990. *Anuario Estadístico*. París, UNESCO.
- Villanueva, O. 1994. "Un horizonte alentador para la industria de materiales de la construcción." *Business Tips on Cuba*, agosto.