



Estado del desarrollo humano, el adelanto científico y la innovación tecnológica según los programas prioritarios

Este capítulo está dedicado a ilustrar, mediante estudios de casos de estrategias implementadas en diferentes zonas de Cuba, la expresión territorial del adelanto científico y tecnológico, y su vinculación con el desarrollo humano. Son presentados, en particular, los casos del Polo científico del Oeste de La Habana, el Programa de la Agricultura Urbana y cuatro casos de provincias cubanas del occidente, centro y oriente del país.

Caso 1. El Polo del Oeste de La Habana

Los polos científicos constituyen elementos de integración del sistema cubano de ciencia e innovación tecnológica, en los cuales confluyen los sectores académico, productivo y con funciones de interfase, y su propósito es potenciar los recursos materiales y humanos disponibles.

Estas organizaciones se establecen para integrar a todos los actores sociales en la solución de problemas complejos prioritarios (desde la generación de conocimientos hasta la conversión de los resultados científicos y tecnológicos en productos, procesos o servicios competitivos).

A principios de la década de los 80, se aceleró en el país el desarrollo de la Biotecnología, lo que significó la definición de temáticas de trabajo, la formación de recursos humanos y la creación de infraestructura material y de información, que permitieron la incorporación de Cuba al desarrollo de productos de alto valor agregado.

Por esta razón, el primer polo científico fue creado en el Oeste de la capital, en febrero de 1991, con el objetivo de impulsar el desarrollo de la biotecnología y las tecnologías de avanzada para resolver problemas de la salud y la alimentación de la población, e incrementar las exportaciones cubanas con productos de alta tecnología.

A partir de las demandas nacionales y el análisis de las posibilidades del mercado externo, las entidades que conforman el Polo se integran en programas nacionales, ramales e

institucionales, así como para la ejecución de servicios y producciones especializados.

El Polo está constituido por más de 30 entidades, entre centros de investigación y de servicios, empresas productoras, instituciones reguladoras y universidades, tanto de la provincia de Ciudad de La Habana, la capital, como de la provincia de La Habana. Participan en su actividad unos 15 000 trabajadores, entre ellos, alrededor de 2 000 investigadores y profesores, y unos 1 000 jóvenes egresados de la educación superior, que constituyen la reserva científica.

Entre los programas más importantes figura el de *vacunas*, que ha permitido su desarrollo, producción y comercialización sobre la base de capacidades científicas y tecnológicas creadas y desarrolladas desde décadas anteriores.

Pocos desarrollos científicos pueden exhibir un mejor balance costo-beneficio en su aplicación en la salud pública. El empleo de las vacunas actuales y de nueva generación puede aún propiciar mayores logros en el mejoramiento de indicadores vitales de salud, las tasas de morbi-letalidad en diferentes edades, el aumento de la calidad de vida y la tranquilidad ciudadana ante enfermedades tradicionales o emergentes.

Este programa es la expresión actual de los esfuerzos realizados durante décadas por la ciencia cubana para desarrollar productos y tecnologías que ofrecieran una respuesta adecuada a las necesidades de salud del país.

Constituye la continuación de los esfuerzos iniciales, desarrollados durante los últimos años de la década de los años 60 y toda la década de los 70 en el campo de las vacunas tradicionales (antituberculosa, antitetánica, antirrábica, antitifoídica, entre otras) y los de la década de los 80, ejemplificados por las investigaciones para la creación de la vacuna antimeningocócica (Cuba es propietaria de su patente y de su tecnología), que resolvió un importante problema de salud, y cuya comercialización en el exterior ha representa-

do para el país ingresos superiores a los 400 millones de dólares durante los últimos diez años.

Sin embargo, fue durante la década de los 90, cuando se realizó un verdadero esfuerzo programático en el campo de las vacunas, no sólo con el objetivo de solucionar problemas de salud en Cuba, sino contribuir a la solución de problemas regionales y mundiales y, también, disponer de una “cartera de productos” para su comercialización.

Los principales productos de la Biotecnología cubana han estado representados en esta etapa por las vacunas. En primer lugar, la antimeningocócica, ya mencionada, y la vacuna anti-hepatitis B recombinante, la cual ha significado un importante aporte social, económico y estratégico, por cuanto Cuba es uno de los tres países del mundo con mayor potencial productivo para su fabricación y posee la capacidad de montar plantas productivas en otros países con todos las implicaciones de desarrollo ingenieril, regulatorio, legal y comercial que ello representa.

Para los próximos años, el programa de vacunas se propone:

- Fortalecer el componente en vacunas terapéuticas: infecciones crónicas, cáncer, autoinmunidad, alergias.
- Diseñar una estrategia que garantice un posicionamiento cubano ante las grandes enfermedades y retos de la vacunología: SIDA, tuberculosis, dengue, parásitos y el cáncer, entre otros.
- Brindar una atención prioritaria a los proyectos que, asegurando la propiedad intelectual, puedan garantizar la incorporación de nuevas tecnologías, tales como la síntesis de oligosacáridos, vacunas de DNA, vacunas mucosales, vacunas de péptidos, vacunas vivas atenuadas.

Otro resultado importante del polo es el Sistema de Diagnóstico Ultra Micro Analítico (SUMA) y el equipamiento tecnológico correspondiente. Consta de 23 estuches de diagnóstico aplicables a 15 patologías. Actualmente, se satisface las necesidades de los 167 laboratorios de la red nacional, que sostiene programas de pesquiasje tales como el pre y neonatal de malformaciones congénitas (que ha influido en el bajo índice de mortalidad infantil alcanzado por el país), la certificación de sangre, la vigilancia epidemiológica de enfermedades transmisibles y la certificación de placenta para la producción de sus derivados. Más de 200 laboratorios de América Latina, Europa, Asia y Africa cuentan con equipos SUMA.

El *programa de neurociencias*, área de grandes oportunidades científicas y comerciales para Cuba, ha permitido alcanzar importantes avances en Neurofisiología clínica, diseño de equipos para Electrofisiología, Neurociencias computacionales, Neurociencias cognitivas, evaluación y estudio de los sistemas sensoriales, cirugía estereotáxica, neurorehabilitación y neuroplasticidad.

Entre los métodos desarrollados para el diagnóstico temprano y el tratamiento de las pérdidas auditivas en los niños, se destaca el equipo AUDIX, uno de los más avanzados de su tipo en el mundo, que ya ha sido distribuido en todas las provincias de Cuba como parte de un sistema nacional de detección temprana de las pérdidas auditivas.

El *programa de biotecnología agrícola*, otro de los programas importantes de este Polo, tiene entre sus objetivos más importantes producir semilla de alta calidad por medio de la micropropagación y la embriogénesis somática; desarrollar la conservación de recursos fitogenéticos utilizando técnicas biotecnológicas; obtener nuevos genotipos de plantas; asimilar y desarrollar técnicas y tecnologías de avanzada, utilizando la biología molecular y la ingeniería genética; obtener y desarrollar biopesticidas, biofertilizantes, biorreguladores y extractos naturales, y desarrollar el diagnóstico de fitopatógenos.

Las inversiones que Cuba ha realizado para asegurar el desarrollo de la Biotecnología, por valor de más de mil millones de dólares, han permitido crear una infraestructura para las investigaciones y la producción, lo cual, junto a la formación especializada de los recursos humanos, ha hecho posible productos competitivos que han logrado satisfacer, en primer lugar, demandas del sistema cubano de salud y, además, abrirse paso en un mercado internacional altamente exigente. Estas inversiones se han recuperado en un período de pocos años y el aporte económico promedio esperado hasta el año 2005 es de 80 millones de dólares anuales con 16 paquetes de productos.

Caso 2. La agricultura urbana

En Cuba, se define como agricultura urbana la producción de alimentos dentro del perímetro urbano y peri-urbano, mediante la aplicación de métodos intensivos, teniendo en cuenta la interrelación hombre-cultivo-animal-medio ambiente, las facilidades de la infraestructura urbanística que propician la estabilidad de la fuerza de trabajo y la producción diversificada de cultivos y animales durante todos los meses del año, basadas en prácti-

cas sostenibles que permitan el reciclaje de los desechos.

Los principales objetivos de la agricultura urbana son:

- Mantener una oferta de alimentos todos los meses del año en la totalidad de las localidades del país en correspondencia con la población y las posibilidades de producir alimentos en cada lugar.

- Convertir la producción de alimentos en parte de la cultura de la población. Contribuir a dignificar la agricultura y crear, a la vez, fuentes de empleo.

- Acercar la producción al consumidor y a la fuerza de trabajo, para abaratar la producción, y evitar los intermediarios y el deterioro de productos.

- Transformar lugares improductivos, ociosos o subutilizados, en huertos y unidades con alta productividad sobre bases sostenibles.

- Alcanzar un alto grado de integración en la agricultura, relacionando entre sí a todos los actores participantes. Crear bases sólidas de sustentabilidad de la agricultura local.

Los programas de la agricultura urbana en Cuba abarcan 12 subprogramas de cultivos (hortalizas y condimentos frescos, plantas medicinales y condimentos secos, plantas ornamentales y flores, frutales, arroz, forestales, café y cacao, plátano, raíces y tubérculos tropicales, oleaginosas, maíz y sorgo), 7 subprogramas pecuarios (apicultura, avicultura, cunicultura, ovino y caprino, porcino, vacuno y acuicultura), y 9 subprogramas de apoyo (control, uso y conservación de la tierra, materia orgánica, semillas, riego y drenaje, alimento animal, comercialización, pequeña agroindustria, ciencia, tecnología y capacitación, y medio ambiente).

La heterogeneidad de las condiciones y la diversidad de posibilidades permiten el desarrollo de distintas modalidades productivas en la agricultura urbana. En Cuba, las más extendidas son los organopónicos, los huertos intensivos, los patios y huertos caseros, las parcelas, las fincas suburbanas, las áreas de autoabastecimiento de empresas y organismos, los cultivos domésticos (agricultura del hogar), los cultivos sin suelo y los cultivos protegidos. En la mayoría de estas modalidades productivas se desarrolla tanto el cultivo de plantas como la crianza de animales, practicando una en función de la otra.

Además, se tiene una red constituida por:

- Fincas municipales de semillas.
- Viveros: populares y tecnificados.

- Centros y microcentros de abonos orgánicos.

- Red de consultorios del Médico de la Familia–Tienda del Agricultor.

- Clínicas veterinarias municipales.

- Centros de producción de entomófagos y entomopatógenos.

Otros resultados importantes son los siguientes:

- *Control, uso y conservación de la tierra:* se ha avanzado en la explotación racional del área establecida para la agricultura urbana. Se ha adoptado medidas contra la erosión y de incremento de la fertilidad, y se trabaja en la sustitución del marabú por cultivos económicos y áreas forestales.

- *Pequeña agroindustria y comercialización:* esta actividad se diversificó y consolidó durante el año 2001, y se ha obtenido una producción de 25 747 toneladas de productos agroindustriales. Se prevé importantes avances mediante la coordinación entre granjas urbanas, las redes de comercio y gastronomía, y los servicios de salud pública.

Tabla EC 1

Infraestructura del subprograma de hortalizas hasta el 2001

Base productiva y de apoyo(subprograma de hortalizas)

Total de unidades	522 703	18 591.6 Ha
Organopónicos	3 500	732.6 Ha
Huertos intensivos	7 189	3 952.8 Ha
Parcelas y patios	512 014	13 906.2 Ha

Tabla EC 2

Subprogramas de cultivos varios, resultados en el 2001

<i>Subprogramas</i>	<i>Producción (toneladas)</i>
Frutales	508 146
Medicinales	2 239
Arroz	195 349
Plátano	406 241
Raíces y Tubérculos	355 519
Frijol	422 106
Flores	81 131 860*

*Docenas

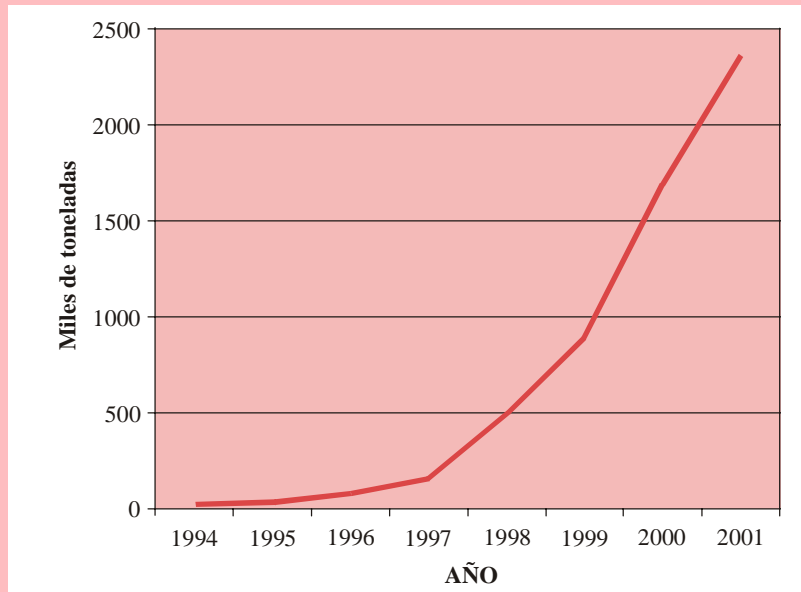
Tabla EC 3

Subprogramas pecuarios en los perímetros suburbanos en el 2001

<i>Subprogramas</i>	<i>Producción</i>
Avícola	437 040 650 (huevos) y 9 927 Ton (carne)
Porcino	70 227 Ton (carne)
Ovino-Caprino	10 514 Ton y 2,4 millones de litros
Cunicultura	1 197 Ton (carne)
Apícola	162 483 colmenas
Alimento animal	255 924 Ton

Gráfico EC 1

Incremento de la producción de hortalizas en Cuba desde el comienzo del programa



• *Medio ambiente:* Se ha trabajado para incrementar la fertilidad del suelo y diversificar los cultivos. Se ha perfeccionado el manejo integrado de cultivos, el uso de controles biológicos, de abonos orgánicos y biofertilizantes. Se ha impulsado el uso de tecnologías que garanticen alternativas inocuas a los productos, personas, animales y ambiente. Se controla la aplicación de la Ley de Suelos y de la Ley Forestal. Se rescata especies en decadencia.

Los principales impactos científicos de la agricultura urbana que inciden directamente en la seguridad alimentaria de la población cubana son:

Aumento de la biodiversidad:

• Se cultiva en cada unidad más de diez especies de hortalizas y, como mínimo, dos variedades de cada una.

• Se ha introducido más de 40 nuevos cultivos de hortalizas, condimentos, granos, viandas y otros.

• Se incrementa el surtido de árboles frutales en todos los territorios y se ha fomentado fincas municipales de referencia para monitorear su propagación.

• En todos los municipios se ha introducido razas más productivas de ganada menor y se consolida el mejoramiento racial de la masa ganadera.

Autoabastecimiento territorial de materiales de siembra y pies de cría:

• Se organizó una red de 176 fincas municipales de semillas que garantizan materiales de siembra e introducen nuevas variedades.

• Se consolida la red de 1 569 viveros de frutales, 1 221 viveros forestales y 569 viveros de café que suministran posturas de calidad y permiten monitorear la composición de especies y variedades adecuadas para cada zona.

• Se organizó una red de centros de monta con sementales seleccionados y, en algunos casos, se practica la inseminación artificial.

• Se consolida una fuerte base de reproductoras (gallinas ponedoras, cerdas, ovejas, cabras y conejas).

Movimiento nacional de materia orgánica:

• Se creó una red de centros de abono orgánico en las provincias, municipios, consejos populares y unidades de producción. Estos centros garantizan la nutrición de los cultivos, el incremento de la fertilidad de los suelos y sustratos, y permiten alcanzar rendimientos altos y estables con productos agrícolas de alta calidad nutricional y comercial. Actualmente se trabaja para acopiar, procesar y aplicar 3 millones de toneladas de abonos orgánicos y un millón de toneladas de *humus* de lombriz.

Perfeccionamiento de la producción y la capacitación:

• Se organizó un sistema extensionista con participación de todos los actores involucrados en la producción de alimentos, el cual contempla el intercambio directo con el productor, la capacitación permanente, control y disciplina tecnológica y logística territorial.

• Se organizó un programa ramal de investigaciones sobre agricultura urbana y se mantiene una red de unidades de referencia para la introducción de nuevos logros en la investigación y la experiencia productiva.

Creación de empleos:

• Durante el año 2001, han sido generados 324 352 nuevos puestos de trabajo, de

Tabla EC 4

Recursos humanos incorporados al programa de la agricultura urbana

Trabajadores de la agricultura urbana	324 352
Total	71 258
Mujeres	71 897
Jóvenes	37 562
Jubilados	42 433
Técnicos Medios	9 447
Profesionales	56 511
Empleos generados en el 2001	324 352

los cuales unos 56 000 se encuentran en las provincias orientales. Actualmente, se trabaja en la preparación y organización de las estructuras correspondientes para incorporar otras 2 076 hectáreas de huertos intensivos y organopónicos, las cuales ofrecerán empleo a no menos de 25 000 personas.

Caso 3. Provincia de Matanzas

Matanzas tiene una extensión geográfica total de 11 978 Km², el 98% constituida por tierra firme y el resto, por cayos adyacentes, incluido el humedal más importante de nuestra área hemisférica y, de hecho, la región más atrasada económica y socialmente antes de 1959: la Ciénaga de Zapata. La superficie agrícola abarca 46,3% de la extensión total, y la densidad poblacional es de 55,3 habitantes/Km².

Cuenta con numerosos recursos naturales que sustentan los principales planes de desarrollo. Se destacan las 537 169 hectáreas de terrenos agrícolas, dedicados a cultivos varios, caña de azúcar, cítricos, así como la ganadería, que partiendo de esquemas de altos insumos se vio muy deprimida a partir de la década de los 90 y hoy muestra una modesta recuperación a partir de la utilización de insumos nacionales de relativa inocuidad al entorno. Aunque, actualmente, no se alcanza los 10 litros de leche diarios por animal, se satisface a la población más necesitada.

Otro aspecto de interés son los esfuerzos para utilizar racionalmente las fuentes de abasto y construcción de obras ingenieras (53 micropresas y 9 presas) destinadas a embalsar 3 023 millones de metros cúbicos de agua potable (57,6% del total embalsado), y satisfacer así las necesidades de toda la población matanquera.

Matanzas pasó, de un centro de investigación en 1959 (La Estación Experimental de la Caña de Azúcar), a cuatro en la actualidad,

pues al primero se ha sumado los de Cítricos y Frutales, Pastos y Forrajes, y Recursos Forestales.

Han surgido tres universidades y una red de laboratorios con objetivos científicos, productivos y docentes que contribuyen a la solución de problemas de salud, sanidad vegetal y biotecnología agrícola, entre otras demandas.

Para la información meteorológica, posee un centro provincial y una red de 7 estaciones; y para la actualización permanente en ciencia y tecnología, posee un centro de información con un nodo de conexión a *Internet* que brinda acceso a todas las entidades de la provincia.

Con el objetivo de garantizar la investigación científica y la conservación de los recursos naturales, fueron creados tres centros: El Organo de la Ciénaga de Zapata, el Centro de Servicios Ambientales y la Oficina de Inversiones de la Playa de Varadero.

Actualmente, la provincia tiene un total de 2 302 profesionales, 1 179 técnicos medios y 124 doctores en Ciencias.

Principales impactos de la ciencia y la tecnología en función del desarrollo humano

Agricultura

Matanzas posee el mayor programa de cítricos del país, tanto en fruta fresca como procesada, con investigaciones que han permitido elevar los rendimientos productivos a partir de la aplicación de la ciencia y la tecnología.

En la rama ganadera se ha logrado incrementar la producción de leche teniendo en cuenta los preceptos de sostenibilidad ambiental a partir del uso de residuos de cosechas, la reforestación de las empresas ganaderas y el empleo del reciclaje nutricional. Ha aumentado la producción de carne de cerdo gracias al em-



pleo de núcleos vitamínico-proteicos, lo cual garantiza la presencia de esta fuente de alimento para la población e ingresos de divisas por su comercialización en el sector turístico.

Actividad industrial

En la provincia se ubica un importante grupo de industrias químico-energéticas, una base de supertanqueros (que disminuye los costos de transportación y manipulación tanto internacional como de cabotaje), así como la central termoeléctrica más eficiente del país, que recientemente concluyó su remodelación para quemar crudo nacional.

Matanzas dispone de los mayores yacimientos de gas y petróleo del país, y yacimientos minerales no metálicos y barros medicinales. No obstante, explota fuentes renovables de energía mediante la cogeneración eléctrica (a partir del uso del residuo agroindustrial de la producción de azúcar de caña), la producción de carbón vegetal y leña, y la instalación de molinos de viento, plantas productoras de biogás, calentadores solares y celdas fotovoltaicas. Estas últimas han permitido llevar la computación y la televisión a todas las escuelas rurales situadas en lugares remotos no conectados a la red eléctrica nacional.

Salud

En el año 2001, Matanzas alcanzó un índice de mortalidad infantil de 4,3 por cada mil nacidos vivos, nunca antes logrado en el territorio.

Se ha introducido la medicina natural tradicional y se aplica la analgesia quirúrgica acupuntural en las extremidades superiores; la medicina bioenergética integrada en el tratamiento de la hiperplasia benigna de la próstata y la hipertensión arterial, también tratada mediante la terapia floral.

La detección de factores de riesgo coronario e intervención en diferentes estados de salud, y la rehabilitación comunitaria intradomiciliaria en la atención geriátrica, también son logros importantes del sistema de salud de la provincia.

Conservación del medio ambiente

La implementación del sistema provincial de monitoreo ambiental ha permitido ejecutar acciones concretas en las cuencas hidrográficas, las áreas protegidas y los humedales. Durante los últimos años, la superficie boscosa se incrementó en 3 442 hectáreas. La reforestación de las cuencas hidrográficas ha hecho posible el aumento de 343 898 hectáreas de bosques como recursos forestales y florísticos.

Son adoptadas medidas contra la erosión y para la conservación de suelos, y se continúa la aplicación de abonos verdes y biofertilizantes para el mejoramiento de la fertilidad, lo cual ha beneficiado unas 102 220 Ha. por año.

Por otro lado, la introducción de prácticas de producción más limpias ha tenido como resultado que en un período relativamente corto, se produjera disminución de un 18% de la carga contaminante de la provincia.

Social

Entre las actividades que han generado empleo y bienestar a los pobladores de Matanzas se encuentra la turística. La provincia atrae a más del 90% del turismo de sol y playa del país, incluyendo el turismo científico. El crecimiento constante del turismo ha obligado a aplicar severas medidas de control tecnológico, siempre sobre la base de armonizar la antropificación con el entorno natural: disminución de los costos de construcción sin detrimento de la competitividad, búsqueda constante de empleomanía de alta calificación tanto técnica como cultural y, algo muy importante, disminución de gastos energéticos.

El trabajo comunitario ha permitido lograr cambios importantes en las comunidades, mediante la ejecución de proyectos integrados. Un ejemplo es la investigación-acción participativa en el barrio “La Marina”. Sus resultados han contribuido a solucionar el problema de los residuales sólidos en la ciudad de Matanzas y propiciado mejorar las condiciones de vida a través de un cambio en la conducta de los afectados y la participación activa de los miembros de la comunidad en la solución de sus problemas.

Otros resultados de las Ciencias Sociales:

- El cambio de conducta de los productores en el sector ganadero con vistas a mejorar la producción de leche y carne con la utilización de nuevas técnicas.

- El cambio de visión para la introducción de tecnologías limpias con vistas a la protección del medio ambiente por parte de los pobladores y productores ganaderos en los municipios Martí y Perico.

- Visión de integralidad entre diferentes sectores y organismos desde el punto de vista teórico-práctico para el desarrollo comunitario.

- Estudio del modo de vida en los 19 asentamientos poblaciones de la Ciénaga de Zapata, el cual contribuyó a cambiar los hábitos de vida del cienaguero respecto a la educación ambiental.

- Estudio de la planificación estratégica del desarrollo cultural-turístico comunitario en la ciudad de Matanzas.

Caso 4. Provincia de Villa Clara

Provincia del centro de Cuba, tiene una extensión territorial de 8661,5 Km² (718,4 Km² de cayos). Está dividida en 13 municipios con 142 consejos populares, una población aproximada de 648 344 habitantes y una densidad de 96,5 habitantes por Km².

Es la cuarta mas poblada del país, después de Ciudad de La Habana, Santiago de Cuba y Holguín.

Representa 7,4% del área total de Cuba y ocupa el quinto lugar por su extensión entre las 14 provincias del territorio nacional.

En cuanto a desarrollo humano, Villa Clara exhibe los siguientes indicadores:

- Viviendas electrificadas: 97,3%
- Grado de urbanización: 77,5%
- Población beneficiada con acueducto en el año 2001: 625 600 habitantes.
- Población beneficiada con alcantarillado: 272 300 habitantes.
- Población beneficiada por el Plan del Médico de la Familia: 100%.
- Tasa de mortalidad infantil: 5,4 .
- Tasa de Mortalidad materna: 1,7.
- Esperanza de vida al nacer: 76,5 años.
- Unidades de salud: 1 730.
- Habitantes por médico: 186.
- Habitantes por estomatólogo: 571.
- Retención escolar: 98,1%.
- Promoción escolar : 96,4 %.
- Centros de enseñanza primaria: 727.
- Escuelas de oficios: 12.
- Escuelas de adultos: 28.
- Círculos infantiles: 63.
- Centros de enseñanza media: 115.
- Centros de enseñanza especial: 24.
- Centros de enseñanza superior: 5.
- Centros de investigación científica: 52.
- Combinados y centros deportivos: 51.
- Areas deportivas: 362.
- Areas terapéuticas: 24.
- Círculos de abuelos: 903.
- Bibliotecas públicas: 49.
- Casas de cultura: 22.
- Museos: 19.
- Teatros: 5.
- Librerías: 21.
- Instalaciones de computación para jóvenes (Joven Club): 14.
- Cines: 54.

Principales impactos de la ciencia y la tecnología en función del desarrollo humano

Agricultura

• Obtención e introducción de dos nuevos clones de boniato, uno de yuca, uno de malanga xanthosoma, uno de banano y nuevos componentes en el manejo integrado del tetuán.

• Extensión, al resto del país, de la metodología de micro propagación de la malanga. El rendimiento promedio comercial de las vitroplantas fue de 17,2 Ton/Ha, muy superior a las 6,5 Ton/Ha obtenidas con el método tradicional.

• Extensión de la metodología de micropropagación del ñame, que permite producir 10 000 vitroplantas por segmento nodal por año. Cada fracción de rizoma puede dar 40 explantes, de los cuales 36 se implantan de forma exitosa. Permite producir las 400 000 vitroplantas que necesita una caballería en sólo 4 meses.

• Puesta a punto de un sistema de regeneración, por embriogénesis somática, de clones de plátano, y obtención de los primeros híbridos cubanos de banano y una variedad enana de papaya.

• Producción del *kit* diagnóstico para el DMV de la malanga y establecimiento de nuevos componentes para el desarrollo de las tecnologías integrales que comprenden los biofertilizantes, los controles biológicos y el manejo integrado de plagas y enfermedades, permitiendo reiniciar la producción de plátano.

• Desarrollo del Vitrofural, producto que podría solucionar el grave problema mundial que representa la afectación por bacterias y hongos en la Biotecnología agrícola. Fue desarrollado y se emplea como esterilizante químico de los medios de cultivo, lo que sustituye el proceso de esterilización por autoclave. Ya se cuenta con la concesión de su patente en Cuba, Estados Unidos, Europa, Australia y Singapur.

• Obtención, evaluación y extensión de somaclones de caña de azúcar (*saccharum* spp híbridos); introducción de nuevas variedades de caña y multiplicación de nuevos genotipos. Igualmente, se ha desarrollado un nuevo prototipo de cosechadora de caña para el trabajo en condiciones de alta humedad y que humaniza ese duro trabajo.

Salud

Como resultado del trabajo científico, la provincia ha alcanzado significativos avances en la salud y la consiguiente elevación de la calidad de vida: disminución de la tasa de abortos, reducción de la tasa de mortalidad por tumores malignos, revitalización del programa de diagnóstico de cáncer de mama y una alta cobertura del programa de vacunación, entre otros.

También han sido desarrollados proyectos de investigación relacionados con la obtención de nuevos productos farmacéuticos y con el desarrollo de un prototipo de equipo para la detección de arritmias cardíacas.

Conservación del medio ambiente

En el año 2001, se logró disminuir en 640 Ton/a la carga DBO dispuesta al medio, de un total de 12 440 Ton/a, lo que representa 5,14%. Del total de la carga reducida, los mayores beneficios se reportan en las cuencas de los ríos Zaza y Sagua la Grande, con 35,93% y 40,6%, respectivamente.

Ese año, la cobertura boscosa del territorio creció hasta 18,1%.

Respecto al año 2000, en el 2001 creció en 3,45% el aprovechamiento económico de los residuales (utilización de materia orgánica en la fertilización de los suelos, uso de desechos de procesos industriales como biomasa para la alimentación animal y reciclaje de materias primas en otras industrias).

Actividad industrial

El principal impacto consiste en la producción de azúcar orgánica en instalaciones tradicionales a partir de un nuevo esquema tecnológico, que prescinde de productos químicos, y un nuevo diseño del proceso de purificación, limpieza y control de la calidad.

Desarrollo social

En lo social, se destaca el trabajo del Instituto Superior Pedagógico Félix Varela, con la ejecución de 23 proyectos de investigación científica. La evaluación de los resultados del trabajo científico, realizada por el Ministerio de Educación, declaró a Villa Clara como de alto desarrollo, logrado gracias al positivo impacto de la estrategia en las direcciones de perfeccionamiento de la actividad científica y su incorporación al trabajo educativo cotidiano.

Villa Clara tiene un polo científico productivo, organizado en varios grupos de trabajo, los cuales trabajan en la solución de problemas prioritarios de diferentes sectores y que inciden directamente en la calidad de vida de la población.

Caso 5. Provincia de Cienfuegos

Cienfuegos está ubicada en el centro Sur del archipiélago cubano. Su extensión territorial es de 4 177,16 Km², el 4% de la superficie total del país. Su población es de 359 000 habitantes, y su densidad poblacional, de 93.43 Hab/Km².

La ciudad de Cienfuegos es conocida también como la Perla del Sur, debido a su imagen citadina, de altos valores patrimoniales insertados armónicamente en un paisaje natural donde confluyen mar, llano y montaña. Es un importante puerto y enclave industrial ubicado alrededor de una extensa bahía de 88 Km². Su fundación data de 1819 y respondió a un pro-

yecto de colonización blanca, promovido por la metrópoli hispana, que trajo primero a franceses y, después, a europeos de otras nacionalidades.

Antes de 1959, la producción azucarera marcó el ritmo económico del territorio. Azúcar-ferrocarril-puerto conformaban el núcleo esencial en torno al cual giraba la vida cienfueguera. Pero junto a la caña de azúcar, cuya extensión fue responsable de la tala indiscriminada de extensos bosques, alcanzaba fuerza la ganadería, que se expandió en dirección a las montañas del Escambray, en las que, además, el café alcanzó altos niveles de producción. El henequén en la zona de Juraguá, el arroz en Aguada de Pasajeros y la actividad forestal en áreas de la Ciénaga de Zapata fueron otros renglones económicos de cierta relevancia. Apenas se invertía en el sector industrial, caracterizado por talleres de corte artesanal. En un reducido número de propietarios privados, nacionales y extranjeros, estaba concentrada toda esa riqueza.

El sistema de enseñanza, apoyado en una estructura estatal, junto a la privada minoritaria, no cubría las expectativas de la población. El analfabetismo se extendía por toda la región.

Por esta época, sólo había en el territorio cienfueguero 14 instituciones de salud y su presupuesto era insuficiente.

En el ámbito de la cultura, la infraestructura institucional promovida por el Estado estaba ausente. El aspecto lucrativo primaba en la promoción de la música y los festejos populares. Sólo la acción de instituciones sociales privadas, como el Ateneo de Cienfuegos, descollaban en la pobre y espontánea actividad literaria y artística.

Indiscutiblemente, la región cienfueguera alcanza su máximo desarrollo durante los últimos cuarenta años. Desde 1959, fueron acometidas múltiples inversiones en las esferas industrial, agrícola, pesquera, portuaria, comercial y turística. Igualmente, se multiplicaron las inversiones en las esferas de educación, salud, cultura y deporte. Comienza un proceso acelerado de desarrollo científico y tecnológico, y de mejoramiento de la calidad de vida de los cienfuegueros.

Principales impactos de la ciencia y la tecnología en función del desarrollo humano en Cienfuegos

Agricultura

Se ha desarrollado un sistema de gestión agraria, con un enfoque estratégico para el uso de los suelos en la actividad productiva que contempla la dimensión social y garantiza

de desarrollo sostenible. Otro desarrollo ha sido el de tecnologías para el manejo de variedades e índices de consumo en el laboreo. Se ha generado tecnologías que han permitido incrementar los rendimientos en la producción de viandas y vegetales, y se ha obtenido once variedades de caña favorables a suelos con mal drenaje y extrema salinidad y sequía.

Conservación del medio ambiente

El manejo integrado en la explotación y preservación de la bahía (lo cual permitió el rescate de especies marinas como el camarón blanco y el camarón rosado, los delfines y otras especies), sustentado en estudios básicos y la aplicación de modelos matemáticos para la valoración de la dinámica de este ecosistema, constituye uno de los principales impactos en esta área. Se ha logrado también contribuir al conocimiento de la biodiversidad al reportar más de treinta nuevas especies de algas con utilidad económica, utilizables como bioindicadores y biorremediadores.

El trabajo de instituciones del territorio ha incidido en una más clara percepción de la dimensión ambiental por parte de la población, la cual ha participado, entre otras actividades, en el rescate del litoral y las playas.

El desarrollo y aplicación de modelos de variables sinópticas que facilitan el monitoreo de los fenómenos climáticos; la aplicación de sistemas de pronóstico a corto y mediano plazos de fenómenos climáticos (hoy extendidos al servicio de todo el país), y la prestación del servicio del teléfono meteorológico (actualizado cada 12 horas, y al que tiene acceso toda la población) constituyen logros importantes de la provincia.

Desarrollo social

En el campo sociocultural, la actividad científica ha tenido resultados que facilitan el desarrollo social de las comunidades:

- Transformación de la comunidad de montaña Cien Rosas, con un cambio en el sentido de pertenencia de los pobladores y un mejoramiento de las condiciones de vida, traducido en medidas concretas como la cloración de la fuente de abasto de agua, instalación de telefonía inalámbrica, recogida de desechos sólidos, aseguramiento de empleo, prestación de servicios, entre otras.

- Transformación de la comunidad de Santa Bárbara, del municipio de Palmira, con la construcción de viviendas, un aula de educación ambiental, instalaciones de servicios y desarrollo de la industria local para crear fuentes de empleo a los vecinos de la comunidad.

En general, el impacto del trabajo educativo y cultural ha sido positivo. Merecen especial mención, en este campo, los esfuerzos por lograr que los maestros realicen trabajo investigativo y no sólo docente. Estos esfuerzos han redundado en la publicación de textos acerca de la historia de la provincia y de los municipios, y de novedosas metodologías para la enseñanza de las Matemáticas, el idioma inglés, las artes, entre otros temas.

Actividad industrial

La investigación en el campo energético ha diferenciado a Cienfuegos del resto del país. Especialmente importante ha sido el desarrollo de sistemas de uso eficiente de energía, los cuales han propiciado la reducción del consumo energético, con sus consecuentes implicaciones sociales. Un ejemplo es la innovación tecnológica que hizo posible la conexión de todos los poblados de los centrales azucareros al sistema electroenergético nacional, lo que aumenta la calidad del servicio que recibe la población y representa un notable efecto económico.

Otro logro ha sido la obtención de 7 patentes de una familia de quemadores, que han solucionado múltiples alternativas en la industria azucarera, ceramista y energética.

Las investigaciones e innovaciones tecnológicas en el sector pesquero han propiciado el incremento en la producción de larvas de camarón, con gran eficiencia productiva y económica, y situada entre las más elevadas del país.

Salud

- Una importante contribución ha sido el atlas *Territorio y salud*, que facilita la adopción de decisiones estratégicas, local y nacionalmente, lo cual quedó demostrado con su utilización durante la campaña contra el mosquito transmisor del dengue hemorrágico.

- El desarrollo del proyecto CARMEN, que adopta un enfoque comunitario, trans y multidisciplinario para combatir las enfermedades crónicas no transmisibles. El proyecto ha despertado tanto interés, que más de 40 personalidades de otros países han visitado Cienfuegos para constatar su aplicación.

- El grupo de neurociencias ha desarrollado tal labor en el tratamiento de la esclerosis múltiple y otras afecciones, que actualmente constituye una referencia nacional e internacional.

Caso 6. Provincia de Holguín

Holguín está ubicada en la región Nororiental de Cuba y, con 9 300 Km², es la cuarta

provincia del país por su extensión territorial. Es la tercera por su población, de 1 035 458 habitantes, de los cuales 57% reside en zona urbana y el resto (43%) en el campo. Tiene una densidad poblacional de 168,2 Hab/Km². Está organizada en 14 municipios y su capital, la ciudad de Holguín, tiene una población superior a los 250 000 habitantes.

La economía es industrial, agrícola y turística. Sus principales actividades económicas son la extracción minera (hierro, níquel, cobalto y cromo), las producciones sideromecánicas, de azúcar de caña, materiales para la construcción y productos del mar. Es el tercer polo de desarrollo turístico de Cuba, extendido por las zonas Norte y Este, con atributos típicos para el turismo de naturaleza, la diversidad biológica y paisajística.

La actividad científico-técnica responde al desarrollo socioeconómico del territorio, alcanzado en las últimas cuatro décadas.

Antes de 1959, desde el punto de vista económico, había una infraestructura básica en la industria azucarera (el corte de caña era manual y su transporte, en vehículos de tracción animal, principalmente), en la industria niquelífera (dos plantas de níquel), una pobre actividad cafetalera y forestal, y una escasa actividad agropecuaria, todo en manos privadas y de capital extranjero.

La infraestructura social presentaba una situación mucho más desfavorable. Los servicios de salud eran ofrecidos en once pequeños hospitales (296 camas) y nueve clínicas privadas (242 camas); la tasa de mortalidad infantil era superior a 80 por mil nacidos vivos. En educación, había una mínima estructura primaria y técnica estatal --a la que se sumaban escuelas privadas y algunas unidades educacionales religiosas-- que no cubría ni 30% de las necesidades de la población; había más de 90 000 analfabetos --el más alto índice del país--, 65 000 niños sin escuela y casi 1 000 maestros sin empleo.

El suministro de agua cubría sólo 20% de la población, residente toda en el casco histórico de la ciudad principal. La actividad constructiva era escasa y el desarrollo cultural era pobre, limitado, fundamentalmente, a la exhibición cinematográfica o a actividades de instituciones religiosas.

La actividad científica se reducía a algunos estudios e investigaciones, realizados por interés de empresas extranjeras como *United Fruit Sugar Company*, relacionados con la obtención y adaptación de variedades de caña de azúcar en la Estación de la Caña de Guaro, Mayarí. Igualmente, se efectuaba algunos trabajos en la industria del níquel, sobre todo

de prospección minera, ejecutados por la agrupación de investigaciones de la *Nicaró Bay Mining Nickel Company* en unos casos, y de personalidades relevantes de la localidad, en otros, sin ningún apoyo estatal. El número de científicos y centros de investigación era mínimo y, en su mayoría, norteamericanos. No había empresas de proyectos u otros elementos de infraestructura científico-técnica. No había universidades y sólo una débil estructura científica de la Universidad de Oriente, cuya sede estaba en Santiago de Cuba. Añádase a esto el alto índice de analfabetismo y los bajos niveles de formación de técnicos y especialistas de nivel medio y superior.

A partir de 1959, se inicia el desarrollo de la actual provincia de Holguín. En el decenio 1976-1986, el avance fue explosivo y acelerado en diferentes sectores: fueron ejecutadas más de 10 000 obras con un valor total estimado superior a los 4 000 000 de dólares, ampliamente superior a todo lo ejecutado en los 50 años precedentes. Las obras fueron destinadas a servicios de educación, salud, alimentación, construcción de viviendas, recursos hidráulicos, agroindustria, sideromecánica, turismo, industria del níquel, infraestructura vial, entre otros.

En consecuencia, la actividad científico-técnica recibió un fuerte impulso. Actualmente, Holguín dispone de más de 33 000 profesionales, de los cuales 3 500 están vinculados directamente al sistema de ciencia e innovación tecnológica (SCIT). De ellos, 1 360 poseen alguna categoría docente (86 investigadores, 120 doctores en Ciencias y 91 se preparan para serlo, 225 *masters* en Ciencias y 93 que estudian para alcanzar ese grado científico). La provincia dispone de once unidades de ciencia y técnica, y cinco unidades de investigación, tres estaciones territoriales o filiales de investigación adscritas a institutos nacionales, y diferentes áreas de investigación en cinco centros de estudios superiores.

Principales impactos de la ciencia y la tecnología en función del desarrollo humano

Como resultado de este esfuerzo, la ciencia y la tecnología han tenido un impacto positivo en diversos sectores económicos.

En la agricultura, ha permitido la aplicación de nuevas tecnologías para la elevación de los rendimientos agrícolas; el desarrollo y la obtención de nuevas variedades de productos; la creación de un banco de semillas de las principales especies de granos y la introducción de tecnologías de producción de granos básicos. Una labor especialmente importante ha sido el recultivo de las áreas devas-

tadas por la explotación minera, con un efecto directo sobre el entorno y la calidad ambiental.

Todo ello ha contribuido a mejorar la alimentación del pueblo, crear una cultura alimenticia adecuada, económica y eficaz, con un menor impacto sobre los ecosistemas agropecuarios y forestales, y con un manejo sostenible de los recursos naturales.

Actividad industrial

Holguín es una de las provincias con mayor desarrollo industrial en el país. Por ello, sólo cabe destacar aquí algunas de sus más relevantes producciones:

- Diseño, construcción y montaje de una mini-refinería de cobalto en la industria del níquel.
- Producción de ferroaleaciones y obtención de concentrados para la industria del cemento.
- Desarrollo y producción en serie de diversos implementos agrícolas, entre los que se destacan varias generaciones de cosechadoras de caña, lo cual ha permitido extender a todo el país el corte mecanizado.

Salud

En la salud, los esfuerzos fundamentales se han encaminado a la evaluación y pronóstico de afecciones neurológicas por técnicas neurofisiológicas que permiten un mayor bie-

nestar y seguridad a la población. Especialmente importante ha sido la caracterización neurofisiológica de enfermos y familiares asintomáticos de la SCA₂, una enfermedad típica de la provincia. Los resultados científicos han permitido mejorar significativamente la calidad de vida de estos enfermos.

Conservación del medio ambiente

En este ámbito, son significativas la regeneración de playas y la reconstrucción de ecosistemas costeros deteriorados por los efectos prolongados de fenómenos atmosféricos. Sus resultados ha sido un mejor uso y recuperación de los recursos naturales, culturales y ambientales para disfrute del turismo nacional e internacional, con el consiguiente incremento de capacidades de empleo, superación y mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades en el entorno de las instalaciones turísticas.

Desarrollo de las Ciencias Sociales

Entre los aportes en este campo, figuran una metodología para caracterizar al niño cubano desde el punto de vista psicopedagógico, una monografía con las reseñas biográficas de prestigiosos científicos holguineros, y documentos de carácter metodológico, educativo y de orientación, dirigidos a la capacitación de las familias. ■

