

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

## EL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN CUBA

Recibido: 02/12/2014 • Aprobado: 02/02/2015

Lourdes Ruiz-Gutiérrez\*

### Resumen

El presente artículo de investigación está referido al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Cuba desde 1959 hasta el año 2012. Se seleccionó esta etapa de cincuenta y tres años debido a que anteriormente no había actividades científicas en nuestro país. También se enuncian las interrelaciones principales de la integración de los temas de ambiente y sostenibilidad en dicho sistema, y se exponen varios ejemplos relevantes de la ciencia cubana.

**Palabras clave:** ciencia, tecnología, innovación, medio ambiente.

\* Doctora. Directora de Investigaciones Adjunta. Profesora principal Universidad Internacional del Ecuador (UIDE). Dirección: Avenida Simón Bolívar y Jorge Fernández, Quito, Ecuador. Teléfono: 593-0967441310. Correo electrónico lruiz@internacional.edu.ec

## CONTENIDO

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

## O SISTEMA NACIONAL DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM CUBA

### Resumo

O presente artigo refere-se ao Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação em Cuba, desde 1959 até o ano de 2012. Este período foi selecionado pois anteriormente não havia atividade científica em nosso país. Neste período já se anunciam as principais interações de integração entre o ambiente e a sustentabilidade neste sistema, além de se relatar vários exemplos relevantes da ciência cubana

**Palavras chave:** ciencia, tecnología, inovação e meio ambiente.

## THE NATIONAL SYSTEM OF SCIENCE TECHNOLOGY AND INNOVATION OF CUBA

### Abstract

This research article is a reference from 1959 to 2012 of the National System of Sciences, Technology and Innovation of Cuba. This period of fifty-three years was selected because no previous scientific activity had been reported in this country. In addition, we expose Cuban advance on environmental science. Moreover, we highlight some interconnections between environmental and sustainability themes.

**Key words:** science, technology, innovation, environment.

## CONTENIDO

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

## INTRODUCCIÓN

La investigación realizada abarca un análisis histórico del enorme quehacer científico en Cuba, donde se ha potenciado el desarrollo del capital humano como parte de su política social. De acuerdo al informe "La Ciencia y Tecnología al servicio del Desarrollo Humano en Cuba", (2003), a partir de 1959 es que puede distinguirse tres grandes etapas que marcan las pautas del desarrollo científico-tecnológico del país que son las siguientes:

- Primera Etapa: desde 1959 hasta mediados de los años 70

Después del triunfo de la Revolución Cubana en el año 1959, se estableció una política de eliminación de las deplorables desigualdades sociales existentes. Se priorizó por el gobierno los recursos necesarios para el desarrollo de la ciencia y el capital humano, potenciando el acceso gratuito a la universidad sin costo de matrícula para los estudiantes de todos los territorios del país en igualdad de condiciones y el fomento de becas en Cuba y en el exterior, para la formación de jóvenes científicos.

En 1962 se dictó la Ley de Reforma Universitaria que reformuló los planes de estudio para que contribuyeran a la mejor preparación de los estudiantes y al desarrollo sostenido de la investigación científica en las universidades. En el mismo año, también se creó la Academia de Ciencias de Cuba, (la cual se declaró heredera de la antigua Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana) integrada por un grupo de científicos y otros intelectuales, como el máximo órgano honorífico y asesor de la actividad científica nacional, que mantiene dichas funciones hasta la actualidad.

De forma intensiva, se comienza un proceso de edificación de la base nacional de ciencia y tecnología, que tuvo como resultado la creación de 53 nuevos centros de investigaciones en las ciencias exactas y naturales, médicas, tecnológicas, agrícolas y sociales. Dentro de las mismas se destacó por la excelencia de las investigaciones en diferentes áreas de la biología y la química, el **Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC)**, fundado en 1965.

- Segunda Etapa: desde mediados de los 70 hasta finales de los 80

A partir de mediados de los 70 se desarrolla un mayor proceso de institucionalización con la adhesión de Cuba a la Comisión Económica (CAME) y la transferencia de tecnología desde los países ex-socialistas de la Europa Central y Oriental y de la desaparecida Unión Soviética.

## CONTENIDO

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

En 1976, se dictó la ley 1323 de la Organización de la Administración Central del Estado, donde la Academia de Ciencias de Cuba quedó establecida como un organismo administrativo. En esta etapa se multiplicaron los centros universitarios en todas las provincias del país, con un componente de investigación científica dentro de sus objetivos. Se multiplicaron también los centros de investigación aplicada de carácter nacional en diversas ramas de la economía y en las ciencias sociales

En la década del ochenta, se gestó la estrategia científica de un frente biológico por lo que en 1982 se creó el Centro de Investigaciones Biológicas, y en 1986 el **Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB)**, que fue la mayor inversión en investigación científica realizada nunca antes en Cuba, que trabaja a ciclo cerrado desde la invención de los productos biotecnológicos hasta su comercialización.

- Tercera Etapa: desde la década de los años 90 hasta la actualidad

Desde antes de 1990, el desarrollo económico fue afectado severamente por la desaparición del campo socialista y se inicia una dura etapa con disímiles carencias económicas, denominada como Periodo Especial. Se desarrolló una intensa política inversionista en el campo científico, sobre todo en la biotecnología, los equipos médicos y la industria médico farmacéutica. Se conformó un territorio conocido como el Polo Científico del Oeste de La Habana, y se construyeron varios centros de investigación agrícola y pecuaria en diferentes provincias, y **polos científicos provinciales**, que reúnen institutos de investigación-desarrollo, centros de enseñanza superior y empresas de producción en todas las provincias del país.

A partir del año 1994, con la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CIT-MA), se institucionaliza y perfecciona el Sistema Nacional de Ciencia, Innovación Tecnológica (SNCIT), que tiene la máxima prioridad dentro del Estado Cubano. El hecho de que esta institución abarque de modo conjunto la rectoría de actividad científica y la de medio ambiente, es un rasgo distintivo de la estrecha vinculación que han tenido ambas en los años precedentes.

## 1 MATERIALES Y MÉTODOS

En el desarrollo de la investigación se utilizaron métodos teóricos y empíricos, que además incluyeron herramientas de análisis histórico-lógico y un elevado caudal bibliográfico que permitió enriquecer y sintetizar la información de la investigación.



Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

Para desarrollar el análisis del objeto de estudio tanto teórico como práctico, se empleó el método sistémico estructural a través de su descomposición en los elementos que lo integran y su interrelación como resultado de un proceso de síntesis.

Se emplearon materiales estadísticos para demostrar la representatividad de las observaciones, y comparar la significación de las mismas, y validar la información.

También se empleó el método inductivo-deductivo: para analizar los enfoques que puedan integrarse dentro del sistema estudiado y la constante interrelación de lo empírico con lo teórico.

## 2 RESULTADOS

Se evidencia que desde el año 2011, el sistema continúa su perfeccionamiento a través de una política integral que responda a las crecientes necesidades del desarrollo socioeconómico del país y de una efectiva gestión integrada del Sistema de Ciencia, Tecnología, Innovación y Medio Ambiente que se constituya en aportes sociales y que incluye a las universidades cubanas.

El sistema agrupa a más de 197 instituciones de ciencia y técnica de diferentes categorías, todas financiadas por el Estado Cubano. El 60% de ellas, son instituciones de investigación-desarrollo, y el resto de investigación-producción, pertenecientes a empresas de producción o servicios -técnicos. Por otra parte, hay más de 58 universidades que realizan trabajos de investigación e innovación tecnológica en todas las provincias del país.

Los trabajadores físicos en la actividad de ciencia y tecnología según nivel educacional ascienden a más de 90,000 (ver tabla 1) y hay más de un investigador por cada cien mil habitantes en el país (ver tabla 2).

Los gastos en ciencia y tecnología se incrementan por año y con respecto al producto interno bruto de Cuba. (ver tablas 3 y 4).

La política de ciencia, tecnología, innovación y medio ambiente de Cuba se plantea elevados retos en su proyección para los próximos cinco años. La misma, fue aprobada en abril del año 2011, en la Resolución sobre los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución en Cuba, donde se definen textualmente, entre otros, algunos de los siguientes principios:

## CONTENIDO

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

- Adoptar las medidas e instrumentos jurídicos pertinentes para lograr la gestión integrada y efectiva del Sistema de Ciencia, Tecnología, Innovación y Medio Ambiente.
- Diseñar una política integral que tome en consideración la aceleración de sus procesos de cambio y creciente interrelación a fin de responder a las necesidades del desarrollo de la economía y la sociedad a corto, mediano y largo plazo.
- Garantizar la combinación de investigación científica e innovación tecnológica, y el desarrollo rápido y eficaz de nuevos productos y servicios, para que se revierta en un aporte a la sociedad y en estimular la reproducción del ciclo. Extender estos conceptos a la actividad científica de las universidades.

En la esfera ambiental, el sistema de ciencia e innovación tecnológica se propuso, mediante el empeño de la actividad científica y tecnológica, a formular alternativas para mitigar o solucionar los problemas ambientales; sustentar, en forma armónica, racional y eficiente, el uso de los recursos naturales renovables y no renovables disponibles; controlar los problemas de contaminación, y viabilizar un desarrollo industrial basado en la producción de tecnologías autóctonas y la transferencia de tecnologías idóneas en función de las necesidades del país.

Se perfeccionó el marco jurídico a través de la aprobación de la Ley 81 del Medio Ambiente (1997) y las disposiciones complementarias desde este año hasta el 2000. Entre los objetivos de la ley, está la creación de un contexto jurídico que favorezca la proyección y desarrollo de las actividades socioeconómicas en forma compatibles con la protección del medio ambiente y promover la acción ciudadana en ese sentido, a partir de una mayor conciencia y educación a través de diferentes vías.

La Ley 81 aborda entre otros temas, el de la política y la gestión ambiental, el comercio y el uso de los recursos energéticos; contiene además un conjunto de disposiciones transitorias, especiales y finales, con un balance de los aportes y temas aún por solucionar. Contempla la responsabilidad de las instituciones y personas en la prevención y solución de los problemas ambientales originados por desastres, las normas relativas a la agricultura y el desarrollo sostenible del turismo, la preservación del patrimonio cultural vinculado al natural y la protección del medio ambiente en las actividades laborales.

Como parte de las regulaciones jurídicas sectoriales se pueden citar: la Ley 76 de los Recursos Mineros, la Ley 85 de los Recursos Forestales y el Decreto Ley 179, de la Conservación del Suelo. Como regulaciones directas el decreto Ley 201 de Áreas Protegidas, el 190 de Seguridad Biológica, entre otros.

## CONTENIDO

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

En 1997 se aprobó la Estrategia Ambiental Nacional (EAN), donde se plantea que han continuado también la intensificación y profundización de las relaciones entre el sector dedicado a la investigación, el conocimiento científico, la innovación tecnológica, así como la protección y uso sostenible de los recursos naturales. Dicha estrategia se ha actualizado de manera periódica hasta la actualidad.

La EAN constituye el basamento para el diseño e implementación de las todas las Estrategias Ambientales Territoriales y de las Estrategias Ambientales Sectoriales, que es un instrumento de trabajo para todas las provincias y sectores productivos del país.

Después de varios años de la ejecución de la EAN se aprecian avances notables en el trabajo ambiental en todas las provincias y en su impacto positivo y necesaria interrelación con las dimensiones sociales, económicas, productivas e institucionales, para introducir los enfoques de la sostenibilidad en Cuba dentro de los que se pueden mencionar los siguientes:

- Una creciente conciencia social acerca de los problemas ambientales y por consiguiente, una mayor exigencia ciudadana por un estricto acatamiento de la legislación ambiental.
- Evolución de la política y la gestión ambiental nacionales, que en muchos casos ha rebasado los marcos estratégicos de la EAN.
- Reordenamiento de los enfoques para el trabajo en la montaña, caracterizado por un sesgo decisivo hacia los valores ambientales de estos ecosistemas, en particular, en lo referente a los bosques y el agua.
- Proceso de fortalecimiento paulatino del manejo integrado de la zona costera en su vínculo con el desarrollo económico-social, y la protección del medio ambiente.
- Perfeccionamiento de las redes meteorológicas, sismológicas y de monitoreo ambiental de las condiciones atmosféricas.
- Resultados alcanzados por el Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas (CNCH) en la gestión ambiental de las cuencas de interés nacional, que considera la cuenca como unidad de gestión ambiental para el desarrollo sostenible, con la aprobación de un número importante de programas vinculados con el aumento de la calidad de vida de la población y la protección de los recursos naturales.

## CONTENIDO

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

- Avances en la política ambiental internacional, reflejados en nuevos instrumentos vinculantes en materia de productos químicos, bioseguridad y cambio climático, entre otros.
- Nivel de implementación de la Ley del Medio Ambiente – Ley 81 de 11 de julio de 1997– como base del marco legal nacional y la aprobación e implementación paulatina de sus disposiciones complementarias.
- Desarrollo de otros marcos estratégicos específicos, como es el caso de la Estrategia Nacional de Educación Ambiental; la Estrategia Nacional para la Diversidad Biológica; el Plan de Acción de Lucha contra la Desertificación y la Sequía, así como el Plan del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.
- Evaluaciones realizadas del medio ambiente cubano durante el periodo 1998- 2007 y experiencias alcanzadas en la aplicación del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental hasta el 2011.
- Resultados emergidos de las diversas investigaciones realizadas en el período 1997-2010 y que tributan al tema ambiental, incluyendo los estudios de percepción ambiental de la población cubana.
- Los resultados obtenidos en el país acerca de las manifestaciones de la variabilidad climática y el cambio climático, las políticas de adaptación y mitigación, así como sus repercusiones sociales, económicas y ambientales.

Dentro de los retos para la sostenibilidad ambiental del país, en la actualidad se continúan priorizando los estudios encaminados a enfatizar la conservación y uso racional de recursos naturales como los suelos, el agua, las playas, la atmósfera, los bosques y la biodiversidad, así como el fomento de la educación ambiental, al enfrentamiento al cambio climático y en general, a la sostenibilidad del desarrollo del país. Dicha prioridad es un mandato del Partido Comunista y el Gobierno de Cuba.

### 3 DISCUSIÓN

En Cuba se confiere elevada importancia a la ciencia, la tecnología y el medio ambiente, en especial al desarrollo económico y social sostenible del país que está estrechamente vinculado con la protección y el uso racional de los recursos naturales, en particular, la diversidad biológica, los suelos, las aguas y los bosques. El SNCTI está diseñado en función de ese desarrollo sostenible y tiene una marcada convergencia de objetivos económicos, sociales y ambientales.



## CONTENIDO

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

Para realizar una evaluación del SNCTI de Cuba es necesario considerar el aporte de los últimos cincuenta años, desde el triunfo de la revolución a la fecha, donde el país dio un vuelco total en sus estructuras socioeconómicas, que tuvieron como resultado la creación y desarrollo de la ciencia, la tecnología y el medio ambiente de forma integrada.

Las experiencias obtenidas en la ejecución de múltiples proyectos en la esfera del medio ambiente y el desarrollo sostenible y los ejercicios para una integración estratégica de la ciencia, la innovación tecnológica y el medio ambiente, han impuesto la actualización en diversos grados de sus respectivos marcos estratégicos que determinan dicha integración de las funciones.

Algunas de sus características más relevantes en la evolución histórica del sistema se pueden reflejar en los siguientes aspectos<sup>2</sup>: el desarrollo planificado de la ciencia y la técnica en función de la sociedad, el desarrollo económico y la protección ambiental; la proporción adecuada de las investigaciones fundamentales y las aplicadas, poniendo énfasis en las aplicadas con vistas a la solución de los problemas inmediatos del desarrollo del país; la innovación tecnológica; la introducción rápida de los logros de la investigación a la producción y a los servicios trabajando a ciclo completo; y sobre todo el fortalecimiento progresivo del potencial científico-técnico.

Por otra parte, con la aplicación de los nuevos conocimientos y resultados científicos alcanzados se ha logrado la evaluación del potencial de los recursos naturales existentes en el país, la aplicación de prácticas de agricultura sostenible, el desarrollo de vacunas y nuevos medicamentos, tecnologías para el aprovechamiento de residuales, incluidas las prácticas de producciones más limpias, la rehabilitación y restauración de ecosistemas afectados, la mejor gestión en el manejo de los recursos como agua y suelo, entre otros.

Los resultados de la aplicación de la ciencia y la tecnología expresan una relación directa con la protección ambiental, sobre todo, aquellos que tienen como efecto un ahorro de recursos o un uso de energías alternativas y menos contaminantes.

Resultan también muy importantes las investigaciones que contribuyen a un mejor conocimiento del medio natural, mediante estudios e investigaciones afines que propician una acción más consciente sobre la naturaleza y el medio ambiente.

<sup>2</sup> Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (1986). Informes sobre la Política Científica en Cuba. Documentos de Archivo. La Habana. 28 pp.

## CONTENIDO

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

El acceso al trabajo vinculado a sólidos principios de protección e higiene en los centros de producción y servicios, el desarrollo de un amplio sistema de salud centrado en el bienestar del hombre y en general de la comunidad, la sensible elevación del nivel de escolaridad de la población y de su calificación técnica profesional, han sido, entre otros, factores fundamentales de protección y conservación ambiental.

Los aspectos anteriormente señalados constituyen elementos esenciales que han sustentado la incorporación del ambiente y sostenibilidad en el SNCTI cubano, la que actualmente se proyecta al logro de una mejor gestión que propicie, no obstante las serias limitaciones económicas actuales, un desarrollo económico y social sostenible.

La Investigación Científica e Innovación Tecnológica, constituye un instrumento de soporte básico para el resto de los instrumentos de gestión ambiental. La implementación de la Estrategia Ambiental Nacional, ha ido requiriendo de los resultados de la ciencia, para dar respuesta a la gestión ambiental y a la innovación tecnológica, con vistas a solucionar los principales problemas ambientales del país.

Ello ha contribuido al desarrollo de programas específicos de medio ambiente, así como la inserción de la componente ambiental dentro de las diferentes categorías de Programas Científico Técnico de que consta el Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica en Cuba. Ejemplo de ellos son:

- Evolución del Medio Ambiente Cubano, que es un programa específico de medio ambiente.
- Desarrollo Sostenible de la Montaña, donde se incluye la dimensión ambiental.
- Estado del Medio Ambiente Cubano. GEO-5.

La legislación cubana se destaca por su carácter preventivo, regulador y transformador de conductas. Se sustenta en las ciencias naturales, económicas y sociales.

Los resultados de los programas científico-técnicos vinculados a las ciencias ambientales, han estado muy relacionados con las prioridades recogidas en la Estrategia Ambiental Nacional, lo que ha tenido un impacto significativo para la identificación y solución de problemas ambientales clave.

## CONTENIDO

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

## 4 CONCLUSIONES

Se evidencia dentro de los resultados que en los próximos años será necesario que se fortalezcan los mecanismos de integración del SNCTI y medio ambiente cubano y los mecanismo de control, así como que se complete y actualice la legislación vigente en esta esfera.

Se deben continuar priorizando áreas tales como: la introducción de los enfoques de la sostenibilidad en todos los sectores de la sociedad y la economía; el control del acceso a los recursos genéticos y a la diversidad biológica; las relaciones entre el comercio y el medio ambiente; el reforzamiento del control sobre la caza y la pesca furtivas; el comercio de especies amenazadas; la gestión de productos químicos y de productos peligrosos, entre otros.

Los resultados fundamentales contribuyen al perfeccionamiento de la gestión ambiental y a propiciar cambios de actitudes hacia el medio ambiente, lo que fortalecerá la cultura general e integral de todos. Es importante, continuar estrechando los vínculos entre las autoridades ambientales y las organizaciones de la sociedad cubana, que directa o indirectamente trabajan a favor del medio ambiente en el país.

Se plantea que en la arena internacional se requerirá incrementar el intercambio de experiencias en la esfera ambiental, principalmente con los países de la región, teniendo en cuenta la similitud de condiciones y desafíos ambientales como son: el ascenso del nivel medio del mar, el incremento de eventos hidrometeorológicos extremos, la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos, la contaminación transfronteriza, los procesos de erosión costera, la sobreexplotación de los recursos pesqueros, las afectaciones a la seguridad alimentaria, entre los más importantes.

Cuba continúa y continuará trabajando con optimismo y confianza a pesar del bloqueo que desde hace medio siglo le ha impuesto el Gobierno de los Estados Unidos de América. Esto ha sido posible por la firme voluntad política de la Revolución, empeñada en un desarrollo económico y social sostenible para todo el pueblo.

## CONTENIDO

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

## REFERENCIAS

- Academia de Ciencias de Cuba. La Habana. Recuperado enero 2012 <http://www.acc.cu/>
- CITMATEL (2007). Resultados de la Ciencia en Cuba. La Habana. Recuperado enero 2012 <http://www.citmatel.cu/>
- Fernández A., Pérez R., & Garea B, et. al. (2007). Informe GEO- Cuba 2007. Evaluación del Medio Ambiente Cubano Agencia de Medio Ambiente y Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. La Habana. 255 pp. La Habana. Recuperado marzo 2012. <http://www.citmatel.cu/>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (1986). Informes sobre la Política Científica en Cuba. Documentos de Archivos. La Habana. 2-28.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), (2001). Cuba. Medio ambiente y desarrollo sostenible a 10 años de la Cumbre de Río de Janeiro "Río +10". Proceso preparatorio para la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible, Johannesburgo, 2002. Editorial Academia, La Habana. 1. 1-59.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, CITMA (2006). Introducción al Conocimiento del Medio Ambiente. Folleto del Curso de Universidad para Todos. Editorial Academia. La Habana. 1-103.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, CITMA, (2007). Estrategia Ambiental Nacional 2007-2010. Editorial Academia. La Habana. 1-76.

- Oficina Nacional de Estadísticas (ONE), (2010). Cifras de Ciencia y Tecnología. Anuario Estadístico de Cuba. Editorial ONE, La Habana. Recuperado enero 2012. <http://www.one.cu/>
- Oficina Nacional de Estadísticas (ONE), (2009). Cifras de Ciencia y Tecnología. Anuario Estadístico de Cuba. Editorial ONE, La Habana. Recuperado enero 2012. <http://www.one.cu/>
- Oficina Nacional de Estadísticas (ONE), (2005). Cifras de Ciencia y Tecnología. Anuario Estadístico de Cuba. Editorial ONE, La Habana. Recuperado enero 2012. <http://www.one.cu/>
- Partido Comunista de Cuba (2011). Resolución sobre los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución en Cuba. Editora Política. La Habana. 120p.
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD (2003). Investigación sobre Ciencia, Tecnología y Desarrollo Humano en Cuba. Ciencia y Tecnología al Servicio del Desarrollo Humano en Cuba. La Habana. Recuperado enero 2012. <http://www.pnud.org.cu/>
- REDCIEN (2010). Resultados de la Ciencia en Cuba. Red Cubana de la Ciencia. La Habana. Recuperado febrero 2012. <http://www.redcien.citmatel.cu/>
- Sáenz, T. W. & García Capote E. (1990): Ciencia y tecnología en Cuba. Antecedentes y desarrollo. Editorial de Ciencias Sociales, La Habana. 92 p.



## CONTENIDO

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

## ANEXOS

Tabla 1. Trabajadores físicos en la actividad de ciencia y tecnología según nivel educacional.

CONCEPTO (Unidad de medida: UNIDAD).	Año 2004	Año 2009
Total	78 987	94 017
Del Total: Mujeres	40 380	50 299
Nivel superior	35 037	60 358
Grados científicos otorgados (acumulado)	7 527	10 369

Fuente: Oficina Nacional de Estadísticas de Cuba (ONE, 2009).

TABLA 2. Investigadores por cada mil habitantes y cantidad de doctores.

	Investigadores por cada 1000 habitantes en el año 2009	Total de doctores graduados en un año (2009).
Total Cuba	1,04	645

Fuente: Red Ricyt (2009).

TABLA 3. Gastos en ciencia y tecnología en Cuba.

CONCEPTO (Unidad de medida: Millones de pesos cubanos).	Año 2004	Año 2008
Total	381,3	503,4
Investigación y desarrollo	230,1	304,4
Otras actividades científicas y tecnológicas	151,2	199,0

Fuente: Oficina Nacional de Estadísticas de Cuba (ONE, 2009).

## CONTENIDO

Créditos	1
Colaboradores	3
Editorial	4
1 Diagnósticos nacionales sobre la inclusión de consideraciones ambientales en las universidades de América Latina y El Caribe	13
2 Ambiente y sustentabilidad en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de España	37
3 Ambiente y sustentabilidad: avances y desafíos en el sistema nacional de ciencia y tecnología, Argentina	68
4 El sistema de ciencia, tecnología e innovación en México y su influencia sobre el desarrollo sustentable	86
5 El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación en Cuba	111
6 Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil	125
7 Incorporación de los temas de ambiente y sustentabilidad en los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica. Caso: Colombia	139
8 La educación ambiental (EA) como "saber maldito". Apuntes para la reflexión y el debate	158
9 Plantas de tratamiento de aguas residuales: una visión como sistema complejo	179
10 Infraestructura vial para la sostenibilidad del desarrollo económico en Colombia. Un diagnóstico de la gestión territorial del proyecto de conexión vial Aburrá-Cauca	200
11 Tecnología de tratamiento de residuos del olivar para obtener compost y la viabilidad de su aplicación	225
12 Reseñas de libros	239

TABLA 4. Gasto en actividades de ciencia y tecnología del PIB de Cuba en el año 2009.

	% del PIB
Total Cuba	0,93%

Fuente: Red Ricyt (2009).

TABLA 5. Patentes de Invención de Cuba en el año 2009.

	Patentes otorgadas 2009
Total Cuba	326

Fuente: Oficina Nacional de Estadísticas de Cuba (ONE, 2009).