

DIAGNOSTICO SOBRE EL ESTADO DE LA FÍSICA EN CUBA (Junio 2001)

La Física estudia sistemas y procesos que se encuentran en la base de todos los fenómenos naturales, por lo que constituye una herramienta fundamental para comprender y transformar el mundo, aportando de forma permanente nuevos conocimientos, métodos e instrumentos que aplican las restantes ciencias naturales y técnicas. Por ello, la Física está relacionada, y lo estará en el futuro, con todas las ramas de la Tecnología y constituye un elemento básico en la Cultura y Educación contemporáneas. El nivel alcanzado por un país en el campo de la Física es un indicador de su capacidad, no sólo de generar, sino también de asimilar tecnologías y conocimientos avanzados.

A comienzos de los años noventa, la Física en Cuba había alcanzado un nivel de desarrollo muy prometedor. Como resultado de la obra de tres décadas de Revolución, especialmente en los campos de la Educación y la Ciencia y de las relaciones de colaboración con la URSS y otros países socialistas europeos, se habían obtenido importantes logros entre los que se destacan los siguientes:

1. FORMACIÓN Y SUPERACIÓN DE PROFESIONALES Y CIENTÍFICOS.

- Más de 1300 Licenciados en Física se habían graduado en universidades cubanas y extranjeras, alrededor del 10% de los cuales poseían ya un grado de Doctor en Física, mientras que un número considerable de ellos habían alcanzado un doctorado en otras ciencias técnicas, pedagógicas o naturales.
- Una cifra similar de Licenciados en Educación habían egresado de los Institutos Pedagógicos en la especialidad de Física, varias decenas los cuales eran ya Dres. en Ciencias Pedagógicas, especializados en la enseñanza de la Física.
- En las Universidades de la Habana y Oriente desde los años sesenta y en el Instituto Superior de Ciencias y Tecnologías Nucleares en los ochenta, se habían consolidado programas de formación de físicos que graduaban ya, en su conjunto, unos 60 licenciados cada año.
- Estos programas, fuertemente influídos por la escuela soviética, se caracterizaban por una rigurosa formación básica, tanto teórica como experimental, incorporaban la investigación y, en general, se comparaban favorablemente con la media internacional.
- La ubicación laboral de los Licenciados en Física se concentraba en centros de Educación Superior y de Investigaciones, con menor presencia en la Educación Media. Crecía el número de físicos trabajando en la Industria y en Instituciones de Salud.
- En los años setenta se realizaron las primeras maestrías y en los ochenta, comenzaron a prepararse y defenderse en el país tesis de doctorado.
- También en los Institutos Pedagógicos los programas de estudio y los claustros habían ido elevando paulatinamente su nivel científico, graduando profesores para la enseñanza media mejor preparados en Física.
- El sistema de los IPVCE junto al movimiento de los concursos y olimpiadas constituían una excelente cantera para los estudios superiores. La celebración en Cuba de la XXII Olimpiada Internacional de Física en 1991 constituyó un reflejo de los avances en este campo y un reconocimiento internacional a los mismos.

2. INVESTIGACIÓN.

- Existían ya unos 40 grupos o laboratorios de investigación en Física básica o aplicada, localizados principalmente en universidades y centros de investigación. En ellos participaban unos 500 físicos, incluyendo mas de 100 doctores.

- Las áreas de mayor actividad eran la Física de Sólidos, la Física Nuclear, la Óptica, la Física de la Tierra y el Espacio, la Física Matemática, la Física de Campos y Partículas y la Física Médica.
- Había una importante y creciente presencia de físicos en grupos de investigación multidisciplinarios relacionados con la Electrónica, la Computación, la Biotecnología, las Neurociencias, la Meteorología, la Geofísica, la Astronomía, la Metalurgia, diversas especialidades médicas y otras áreas.
- Predominaban las investigaciones de carácter experimental y orientadas hacia las aplicaciones. El número de publicaciones en revistas internacionales era modesto.
- Aunque no existían facilidades experimentales de las más modernas o sofisticadas, se contaba con equipos y suministros suficientes para trabajar de manera estable.
- Algunos logros científicos de resonancia internacional obtenidos en Cuba en la década de los ochenta ilustran el nivel que se había alcanzado. Ejemplos notables de ello son la participación en el experimento Caribe durante el vuelo cósmico soviético-cubano y la obtención de superconductores de alta temperatura crítica poco después de su descubrimiento.
- La Sociedad Cubana de Física, creada en 1978, contaba con unos 500 asociados, publicaba cuatrimestralmente desde 1981 la Revista Cubana de Física y organizaba bienalmente sus congresos y simposios.
- En el país se desarrollaban regularmente eventos científicos internacionales.

3. VÍNCULOS CON LA SOCIEDAD.

- Además de su importante contribución a la Educación a distintos niveles, la participación de los físicos era significativa en los programas de desarrollo de la Electrónica y de la Energía Nuclear, con una presencia reconocida en colectivos interdisciplinarios relacionados con la Biomedicina, la Meteorología, la Computación, el programa Minero-Metalúrgico y la Defensa.

4. RELACIONES INTERNACIONALES.

- Se mantenían fuertes lazos de cooperación con instituciones extranjeras (especialmente soviéticas) del más alto nivel, en el marco de las cuales se formaban y superaban físicos cubanos, se realizaban investigaciones conjuntas, se obtenía información científico-técnica y se desarrollaba la base material de nuestros laboratorios de investigación y docencia.
- Se participaba en las principales organizaciones regionales y mundiales relacionadas con la Física (CLAF, FELASOFI, ICTP, IUPAP, OIEA), así como en organizaciones propias de los países socialistas (IUIIN, programa Intercosmos, etc.).
- En relación con Latinoamérica, sólo Brasil, Argentina y México contaban con mayores recursos humanos y materiales que Cuba en el campo de la Física. Sin embargo, por la calidad de la formación básica de los especialistas, por el predominio de las investigaciones experimentales y aplicadas, así como por el vínculo de los físicos con la producción y los servicios, el desarrollo cubano no era inferior al de los países más avanzados y de mayor tradición en la región.

Como parte de la heroica resistencia de nuestro pueblo, muchos de estos logros han podido preservarse en los diez años transcurridos y ha habido nuevos avances, entre los que se destacan los siguientes:

- Los programas de formación de licenciados, maestros y doctores en Ciencias Físicas han continuado desarrollándose. El funcionamiento del Tribunal Permanente de Física permitió uniformar y elevar la calidad de los doctorados defendidos en el país, que se corresponde actualmente con los patrones internacionalmente aceptados. En la década se graduaron 518 licenciados y se defendieron más de 60

tesis de doctorado en Ciencias Físicas. El total acumulado en los últimos 40 años es de aproximadamente 2000 licenciados y 200 doctores.

- Se ha elevado considerablemente, sobrepasando ya el número de 200 al año, la cantidad de artículos científicos publicados por físicos cubanos en revistas internacionales especializadas. Se presenta también un número importante de trabajos en eventos internacionales. Estas cifras, aún modestas, reflejan la calidad internacional del trabajo que se realiza y contribuyen a la mayor visibilidad y al prestigio de la Ciencia cubana.
- La capacidad de cómputo, aunque carente de computadoras de gran porte para el cálculo científico, se ha multiplicado.
- El desarrollo de la Informática y las Comunicaciones ha permitido mejorar el acceso a la información científico-técnica actualizada.
- Los grupos y especialistas de mayor desarrollo han madurado y continúan activos, adaptándose a las nuevas circunstancias, participando en la cooperación internacional y usándola para obtener recursos, complementar nuestros medios experimentales, etc. Algunos de ellos gozan de reconocimiento internacional en su campo.
- Varios colectivos en los que participan físicos han aportado soluciones a problemas del país o han contribuido a generar nuevos productos.
- Durante estos años numerosos premios y reconocimientos de la Academia de Ciencias de Cuba, del Forum de Ciencia y Técnica y de otras instituciones han sido otorgados por aportes en el campo de la Física o vinculados a sus aplicaciones.
- Informes recientes sobre la Física o la Ciencia en Latinoamérica, consideran a Cuba, junto a Venezuela, Colombia y Chile, entre los países con un desarrollo medio en Física (entre 100 y 500 doctores), detrás de Brasil (3000), México (2200) y Argentina (2000), que son los de mayor desarrollo. Además ubican a la Universidad de la Habana entre las instituciones representativas del desarrollo de la Física en la región y reconocen el nivel y la contribución de los físicos cubanos en las áreas temáticas de Física de Materiales, Energía Solar, Optoelectrónica y Física Médica. (Ver J. L. Morán en *Physics Today*; pag. 38; oct. 2000 y A. M. Cetto et al. en *World Science Report*, UNESCO, 1998)

Sin embargo, como consecuencia del impacto general que ha tenido el Período Especial sobre toda la Sociedad, el desarrollo de la Física se ha visto afectado, especialmente en los siguientes aspectos:

1. FORMACIÓN Y SUPERACIÓN DE PROFESIONALES Y CIENTÍFICOS.

- El número de graduados de Licenciatura en Física viene decreciendo, en el 2000 solo se graduaron 30, la mitad del promedio de los años 91-95 (ver anexo 1).
- Los centros de investigación y universidades, que son los lugares de trabajo mas comunes de los físicos en casi todo el mundo, tienen sus plantillas "congeladas" ó "saturadas" y la incipiente presencia en la industria, logro de los años ochenta, se vió reducida casi a cero por la paralización de parte de este sector.
- En esas condiciones, no es fácil atraer hacia la carrera de Física a jóvenes de talento que, aunque se interesan por ésta ciencia, no avizoran un futuro prometedor en ella.
- Las matrículas han disminuído, por lo que las cifras de graduados seguirán bajando.
- El equipamiento de los laboratorios docentes universitarios de Física ha envejecido y no se ha renovado apreciablemente, contribuyendo a la desmotivación de los estudiantes por la actividad experimental, creando un desbalance de intereses a favor de la teoría y afectando la formación de físicos, químicos, biólogos, ingenieros y otros profesionales.
- Según datos (ver anexo 2) de la comisión nacional de grados científicos (CNGC), en

los 90 se otorgaron sólo 58 títulos de doctor en Física, muchos menos que los 103 de los años 80. Se aclara que algunas personas que defendieron sus tesis en el extranjero, no han homologado su título ante la CNGC.

- Se estima que más de cien físicos, incluyendo al menos 30 doctores, han abandonado el país por distintas vías en estos años. Además, una cantidad indeterminada ha pasado a trabajar en otras actividades no vinculadas con la Ciencia, en busca de mejorar sus condiciones de vida.
- Todo esto erosiona y contribuye al envejecimiento de los recursos humanos creados, poniendo en peligro su preservación a mediano y largo plazos. Al ritmo actual de graduación de 5 doctores anuales y teniendo en cuenta que dentro de 10 años unos 100 de los 150 doctores en Física activos estarán en edad de retiro (ver anexos 2 y 3) y sin considerar otras pérdidas, tendremos en el 2010 poco más de la mitad de los doctores activos de hoy.
- Algunas de nuestras normas para la formación de físicos, surgidas en los años sesenta, han envejecido. El desarrollo acelerado de la Ciencia (los conocimientos acumulados se duplican cada 40 años) y la mayor exigencia y saturación de los posibles lugares de trabajo demandan un profesional con una preparación superior a la que ofrece un programa de Licenciatura. En muchos países desarrollados, una buena parte de los graduados de Física pasan directamente a programas de maestría o doctorado y luego a becas post-doctorales antes de acceder al mercado laboral.
- En lo que se refiere a la enseñanza media y los Institutos Pedagógicos, la política de estos años ha sido la de reducir los contenidos de Física en los programas de estudio y eliminar las investigaciones no pedagógicas, lo cual afecta negativamente el nivel de preparación técnica de los claustros y de los estudiantes.

2. INVESTIGACIÓN

- El equipamiento de los laboratorios y talleres se ha deteriorado o se ha tornado obsoleto y no se ha contado con recursos para renovarlo. Los equipos de amplio uso como difractómetros de rayos X, microscopios electrónicos y espectrómetros de diversos tipos han dejado de funcionar ó lo hacen inestablemente. Esto ocurre en una época de rápido avance en las técnicas experimentales, generándose así un retraso considerable, no sólo con relación a la élite mundial, sino incluso con respecto a la región.
- Además del reducido financiamiento que se logra obtener, es muy difícil adquirir los materiales, reactivos, refrigerantes, gases, etc; necesarios para la investigación experimental, la cual se ha reducido drásticamente y se realiza en gran medida cuando los investigadores viajan al extranjero.
- La falta de condiciones para la experimentación, unida a la mayor disponibilidad de computadoras modernas ha dado lugar a la proliferación de trabajos de simulación y modelación. Sin desconocer la importancia de estas investigaciones, el adecuado equilibrio entre teoría y experimento se ha ido perdiendo.
- Realizar un trabajo de doctorado en Física Experimental, completamente en Cuba, siempre fue muy difícil, aún en los ochenta. Como regla, parte del trabajo experimental se hacía en laboratorios extranjeros. Hoy en día, muchos laboratorios no tienen condiciones para realizar ni siquiera una tesis de maestría en Física Experimental
- Algunos grupos de investigación han desaparecido, mientras que otros, presionados por la necesidad de "autofinanciarse" mediante la prestación de servicios científico-técnicos, producciones, etc; no siempre han encontrado la forma de hacerlo sin renunciar a la investigación científica en su campo.

3. VÍNCULOS CON LA SOCIEDAD.

- Los programas de desarrollo nacional donde mayor presencia tenían los físicos (Electrónica, Energía Nuclear) sufrieron fuertes reajustes y se redujeron sensiblemente.
- A pesar de que algunos grupos han logrado reorientar sus esfuerzos, y se ha fortalecido la participación en los estudios relacionados con el Medio Ambiente y las Energías Renovables, esto no siempre ha sido posible y las principales prioridades de los noventa: Turismo, Alimentos, Biotecnología e Industria Médico-Farmacéutica, guardan objetivamente una relación más indirecta con la Física
- En la etapa actual de recuperación de la economía, las demandas del sector productivo hacia los grupos de investigación en Física, son pocas y más bien de carácter inmediato (servicios científico- técnicos), y no se aprecia interés por (y mucho menos disposición a financiar) investigaciones a mediano o largo plazo.
- Por todo lo anterior, la Física se ha ido quedando un tanto " fuera" de las prioridades actuales de la Ciencia cubana, lo cual se refleja en una débil presencia en los PNCT, PCTR, etc; así como en el poco acceso a los limitados recursos disponibles.

4. RELACIONES INTERNACIONALES.

- Aunque los físicos cubanos participan activamente en la colaboración internacional y obtienen importantes beneficios de ella, las condiciones en que ésta se desenvuelve han variado mucho.
- La mayor parte de los vínculos son con países iberoamericanos y apenas tenemos acceso a los centros de primer nivel mundial, que actualmente se localizan exclusivamente en Europa Occidental, Japón y los EEUU.
- Hoy somos víctimas, no sólo del despiadado robo de talentos al Tercer Mundo, sino de otras agresiones y discriminaciones dirigidas contra la Revolución Cubana.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El potencial científico de Cuba en Física no es numéricamente grande en comparación con el de otras especialidades, pero el nivel cualitativo alcanzado en algunas áreas puede considerarse muy bueno para nuestras condiciones. Además, es de gran importancia estratégica, dado el carácter básico de la Física y su relación, directa o indirecta, con prácticamente cualquier rama de la Ciencia o la Tecnología que nos propongamos desarrollar y con las tareas de la Defensa.

De todos los problemas planteados, el de más urgente solución es el de detener el deterioro de los recursos humanos y materiales creados por la Revolución en este campo, de modo que las demandas sociales actuales y futuras puedan encontrar respuesta.

Por otra parte, es necesario acercar todo lo posible a la Física y los físicos cubanos hacia las áreas de la Ciencia y la Innovación Tecnológica priorizadas por el país. Podría lograrse un mayor impacto económico y social fortaleciendo la presencia de grupos de Física (no sólo de físicos aislados formando parte de colectivos multidisciplinarios) en áreas temáticas interdisciplinarias de investigación y desarrollo relacionadas con la biomedicina, el medio ambiente, la energía, los nuevos materiales y la fabricación de equipos e instrumentos. Estas son áreas en las que existen grupos de buen nivel y en las que se requiere identificar con mayor precisión las líneas de trabajo que mayor impacto pueden tener en el futuro.

Precisamente por tratarse de magnitudes pequeñas, los recursos humanos y materiales en el campo de la Física son muy sensibles a pequeñas afectaciones, pero

también susceptibles de mejorarse apreciablemente con soluciones de pequeña escala, no aplicables a otras especialidades. Entre los objetivos que parecen alcanzables en las condiciones actuales, en algunos de los cuales ya se trabaja, están los siguientes:

1. Incrementar las cuotas de matrícula a la carrera de Licenciatura en Física y establecer los requisitos especiales de ingreso necesarios para recuperar graduaciones de unos 60 físicos anuales.
2. Introducir modificaciones en los planes, programas y métodos de estudio que propicien la mejor preparación y motivación de los egresados para trabajar en las áreas de investigación y desarrollo prioritarias para el país.
3. Fortalecer el trabajo de orientación vocacional y de captación en los IPVCE para atraer estudiantes con buenas condiciones hacia la carrera de Licenciatura en Física.
4. Analizar los actuales programas de formación y superación de profesores de Física para la Educación Media e instrumentar medidas para actualizarlos y elevar su nivel técnico.
5. Establecer una cuota anual de al menos 20 becas de postgrado para graduados de Física debidamente seleccionados, que puedan, una vez concluída la Licenciatura y el servicio social, continuar sus estudios de maestría y doctorado en instituciones cubanas de alto nivel y en temas de interés para el país. Estas becas podrían estar vinculadas a proyectos de investigación nacionales, ramales o territoriales y financiarse como parte de los mismos, de modo que se garantice la correspondencia de los temas de las tesis con nuestras prioridades científico-técnicas y constituyan una vía adicional de apoyo a esas investigaciones.
6. Recuperar los niveles de graduación de 10 -20 doctores cada año.
7. Promover una mayor presencia de proyectos de grupos de investigación en Física en los programas científico-técnicos actuales relacionados con la Biología y la Medicina, la Energía, el Medio Ambiente y con otros que se convoquen en áreas como la Bioinformática y el desarrollo de equipos de alte tecnología.
8. Desarrollar un PNCT de Nuevos Materiales, campo de vanguardia entre las altas tecnologías, en el cual el país dispone de un potencial humano multidisciplinario considerable, con una alta presencia de físicos, y en que no sólo es necesario mantenerse actualizados, sino que podrían obtenerse resultados de impacto económico. Estudiar en detalle la convergencia entre la Ciencia de Materiales y la Biología Molecular en el área de las Nanotecnologías y proponer líneas de trabajo que apoyen el desarrollo perspectivo de la Biotecnología cubana.
9. Desarrollar un PNCT de Ciencias Básicas que reconozca y financie investigaciones fundamentales en Física y otras ciencias que posean nivel internacional e interés estratégico para el país.
10. Estudiar la situación de los laboratorios, la literatura docente y otros medios de enseñanza de la Física en el nivel universitario y buscar soluciones para su actualización.
11. Estudiar la situación del equipamiento de los laboratorios de investigación en Física y promover soluciones para, mediante proyectos pequeños, poner de alta instalaciones experimentales que actualmente no funcionan. Explorar también las

posibilidades de financiamientos internacionales que permitan adquirir algunos equipos grandes de amplio uso.

12. Promover la colaboración internacional con instituciones científicas de alto nivel.

En los últimos años, se han elaborado algunos documentos que analizan problemáticas relacionadas con la Física y otras Ciencias Básicas y recomiendan acciones similares:

- Diagnóstico de los problemas existentes en las carreras de Física y Matemática. Estrategias para su enfrentamiento y solución. (UH, 2000).
- Diagnóstico y perspectivas de las investigaciones básicas en Física, Química, Matemáticas y Ciencias de la Computación. (ACyT; CITMA, 1999).
- Propuesta de ficha del programa científico técnico de investigaciones básicas en Matemática, Física. Química y Computación. (ACyT. CITMA, 1999).
- Propuesta de ficha del programa científico técnico nacional sobre Nuevos Materiales (ACyT, CITMA, 1999)

ANEXOS.

1. Graduados de Licenciatura en Física entre los años 1991 y 2000.

| Año | UH | UO | ISCTN | TOTAL |
|-----------------------|------------|------------|------------|-------------|
| 1991 | 26 | 9 | 17 | 52 |
| 1992 | 32 | 7 | 16 | 55 |
| 1993 | 25 | 13 | 14 | 52 |
| 1994 | 33 | 16 | 24 | 73 |
| 1995 | 33 | 20 | 11 | 64 |
| Subtotal 91-95 | 169 | 65 | 82 | 296 |
| 1996 | 27 | 22 | 9 | 58 |
| 1997 | 18 | 26 | 0 | 44 |
| 1998 | 25 | 16 | 9 | 50 |
| 1999 | 13 | 25 | 2 | 40 |
| 2000 | 11 | 11 | 8 | 30 |
| Subtotal 96-00 | 94 | 100 | 28 | 222 |
| TOTAL | 243 | 165 | 110 | 518. |

2. Doctores en Física registrados por la CNGC.

| Año | Defensas | Acumulado | Año | Defensas | Acumulado |
|------|----------|-----------|------|----------|-----------|
| 1974 | 1 | 1 | 1988 | 8 | 105 |
| 1975 | 1 | 2 | 1989 | 13 | 118 |
| 1976 | 3 | 5 | 1990 | 11 | 129 |
| 1977 | 0 | 5 | 1991 | 9 | 138 |
| 1978 | 10 | 15 | 1992 | 2 | 140 |
| 1979 | 7 | 22 | 1993 | 6 | 146 |
| 1980 | 4 | 26 | 1994 | 8 | 154 |
| 1981 | 8 | 34 | 1995 | 9 | 163 |
| 1982 | 7 | 41 | 1996 | 6 | 169 |
| 1983 | 13 | 54 | 1997 | 7 | 176 |
| 1984 | 6 | 60 | 1998 | 2 | 178 |
| 1985 | 11 | 71 | 1999 | 4 | 182 |
| 1986 | 8 | 79 | 2000 | 5 | 187 |
| 1987 | 18 | 97 | | | |

3. Distribución por edades de los doctores en Física registrados por la CNGC.

Mas de 61 años - 12; De 56 a 60 - 30; De 51 a 55 - 71; De 46 a 50 - 42;
De 41 a 45 - 14; De 36 a 40 - 14; De 31 a 35 - 3; De 30 o menos - 1

4. Distribución de los doctorados registrados por ramas de la Física.

Física Atómica y Molecular - 7; Física Nuclear - 26; Física de Sólidos y Materiales: 91

Física Matemática y Teoría de Campos: 14; Óptica - 12; Meteorología y Física de la
Atmósfera - 10

Geofísica y Astronomía - 12; Otras -15

ACCIONES PROPUESTAS PARA EL DESARROLLO DE LA FÍSICA

Se persiguen dos **objetivos generales**:

- Preservar y desarrollar los recursos humanos y materiales creados por la Revolución en el campo de la Física, de modo que puedan dar respuesta a las demandas sociales actuales y futuras.
- Aumentar el aporte de la Física y los físicos al desarrollo del país.

Acciones:

- **Educación Media.**

- Elevar la calidad de la enseñanza y la superación técnica de los profesores de Física de ese nivel.
- Mejorar la situación de los laboratorios y otros medios de enseñanza de la Física en el nivel pre-universitario.
- Impulsar el trabajo de círculos de interés, concursos y olimpiadas de Física.
- Incrementar, con la participación de todos los factores, la labor de orientación vocacional encaminada a captar para los estudios de Física un número adecuado de estudiantes preuniversitarios con buenas condiciones para esa carrera.
- Apoyar estas acciones mediante la cooperación entre el MINED y otras instituciones.

- **Formación de profesionales.**

5. Incrementar las cifras de ingreso a la Licenciatura en Física de modo que se recuperen graduaciones de 60 físicos anuales.
6. Establecer requisitos especiales de ingreso y otras acciones que permitan seleccionar correctamente a los estudiantes y elevar la eficiencia académica de la carrera.
7. Perfeccionar la formación integral de los futuros físicos, su nivel político-ideológico, compromiso patriótico y social.
8. Continuar ampliando el perfil profesional de la carrera, con énfasis en la preparación y motivación de los egresados para las aplicaciones y el trabajo en las direcciones interdisciplinarias de investigación y desarrollo de mayor interés para el país.
9. Elevar la cultura científico-tecnológica de los físicos acerca de las relaciones de la Física con la Biología, los problemas de la Energía y el Medio Ambiente, las tecnologías de la Información y las Comunicaciones, la Electrónica, los Nuevos Materiales y otras áreas principales del progreso científico técnico contemporáneo.
10. Realizar las modificaciones en los planes, programas y métodos de estudio necesarias para alcanzar estos objetivos, con énfasis en la mayor vinculación del estudio y el trabajo en centros de investigación, producción y servicios.
11. Perfeccionar la enseñanza de la Física para otros profesionales universitarios.
12. Mejorar la situación de los laboratorios docentes y otros medios de enseñanza de la Física en el nivel universitario.

- -

- **Superación postgraduada.**

4. Elevar el número de Maestros y Doctores en Ciencias Físicas.
5. Lograr que los licenciados cursen una maestría en Física u otra especialidad dentro de los 5 primeros años posteriores a su graduación.
6. Estudiar la posibilidad de cursar la maestría como una continuación de los estudios de licenciatura
7. Recuperar los niveles de graduación de 10-20 doctores cada año para alcanzar la cifra de 300 doctores activos en el 2010.
8. Establecer una cuota anual de al menos 20 becas de postgrado para graduados de Física debidamente seleccionados, que puedan, una vez concluida la licenciatura y el servicio social, continuar sus estudios de maestría y doctorado, o realizar estancias de superación postdoctoral en instituciones cubanas de alto nivel y en temas de interés para el país. Estas becas podrían estar vinculadas a proyectos de investigación nacionales, ramales o territoriales y financiarse como parte de los mismos, de modo que se garantice la correspondencia de los temas de las tesis con nuestras prioridades científico-técnicas y constituyan una vía adicional de apoyo a esas investigaciones.
9. Utilizar adecuadamente la colaboración internacional para la superación postgraduada de especialistas en centros de excelencia y en temas de interés para el país.

- **Investigación.**

- Fortalecer la participación de la Física y los físicos en los planes nacionales, ramales y territoriales de Ciencia y Técnica, como vía para impulsar y dirigir las investigaciones científicas en este campo.
- Estimular especialmente aquellos proyectos que presentan interés estratégico para el desarrollo en las áreas de Biomedicina, Energía, Medio Ambiente, fabricación de equipos de alta tecnología, así como los que elevan la capacidad nacional para medir magnitudes físicas y caracterizar materias primas o materiales de distintos tipos.
- Potenciar el desarrollo alcanzado en Física de Sólidos y Ciencia de Materiales, especialidades que concentran más de la mitad de los doctores en Física, orientándolo hacia las direcciones de mayor impacto potencial e interés para el país.
- Estudiar en detalle la convergencia de la Física Atómica, Molecular y de Sólidos con la Biología Molecular en el área de las Nanotecnologías y proponer líneas de trabajo que apoyen el desarrollo perspectivo de la Biotecnología cubana.
- Impulsar el desarrollo de la Física Computacional y sus vínculos con la Bioinformática y la modelación o simulación de sistemas complejos.
- Crear un programa de investigaciones fundamentales en Física especialmente dedicado para aquellas investigaciones de nivel internacional que nos permiten mantenernos actualizados acerca de los principales avances de la Física contemporánea.
- Estimular la publicación de artículos en revistas especializadas y la presentación de ponencias en eventos internacionales.
- Incrementar las investigaciones conjuntas con instituciones extranjeras de alto nivel en temas de interés para el país.
- Estudiar la situación del equipamiento de los laboratorios de investigación.

- -
- Promover proyectos pequeños para poner de alta instalaciones experimentales que actualmente no funcionan.
- Determinar las necesidades de equipos grandes, de amplio uso, tales como microscopios electrónicos, difractómetros, espectrómetros, etc; y buscar financiamiento para implementar soluciones racionales de alcance nacional.
- Apoyar la creación descentralizada de servicios de medición y de patrones nacionales de magnitudes físicas en laboratorios que reúnan condiciones para establecerlos y se comprometan a brindar los servicios correspondientes.
- Crear facilidades de cálculo científico accesibles a los especialistas de todo el país.
- Ampliar y optimizar los recursos para acceder a la información científica actualizada.

- **Otros aspectos**

- Fortalecer el trabajo de la Sociedad Cubana de Física y sus vínculos internacionales.
- Mejorar la calidad y difusión de la Revista Cubana de Física.
- Ampliar la difusión por todos los medios de temas de Física que contribuyan al desarrollo de la cultura general integral de nuestro pueblo y que divulguen la labor que se realiza en Cuba en esta ciencia.
- Establecer un premio nacional de Física.
- Promover la cooperación nacional, la movilidad de los científicos, la realización de eventos nacionales y el desarrollo armónico de la Física en todo el país.
- Aprovechar todas las oportunidades que se presenten para la invitación de especialistas extranjeros y de figuras prominentes en el campo de la Física.