

## El mundo de las nanotecnologías en Cuba. Papel de los jóvenes científicos en su desarrollo. Importancia de la superación profesional

*The world of nanotechnologies in Cuba. Role of young scientists in their development. Importance of professional improvement*

**MSc. Jorge Luis Lugo Pardo.** Especialista del Grupo de Gestión del Conocimiento. Centro de Estudios Avanzados de Cuba (CEA .Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). La Habana, Cuba

Correo: [jorge.lp@cea.cu](mailto:jorge.lp@cea.cu) y [jlugopardo@gmail.com](mailto:jlugopardo@gmail.com)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6015-2802>

Recibido: octubre de 2021    Aprobado: marzo de 2022

---

### Resumen

La ciencia ha avanzado a lo largo de la historia. Con el comienzo de este siglo se ha comenzado a obtener resultados relevantes en las aplicaciones de la nanotecnología en diferentes esferas de la vida, lo que le ha permitido a Cuba iniciarse en este complejo, dinámico y enriquecedor camino. Para ello confía en el gran potencial científico que ha formado en estos años de Revolución y en los convenios que mantiene con diferentes países en aras de garantizar el dominio de esta nueva tecnología. En este artículo se aborda el tratamiento que se le da a las nanotecnologías dentro del país, así como, sus principales vías para potenciar su desarrollo, la formación del personal científico y la importancia de la superación profesional, como herramienta esencial para el logro de resultados positivos que propicien el desarrollo económico de la nación.

**Palabras clave:** nanotecnología, personal científico, superación profesional

### Abstract

Science has advanced throughout history. With the beginning of this century, relevant results have begun to be obtained in the applications of nanotechnology in different spheres of life, which has allowed Cuba to start on this complex, dynamic and enriching path. For this, it relies on the great scientific potential that it has formed in these years of the Revolution and on the agreements it has with different countries in order to guarantee mastery of this new technology. This article addresses the treatment given to nanotechnologies within the country, as well as its main ways to enhance its development, the training of scientific personnel and the importance of professional improvement, as an essential tool for achieving results. positive that promote the economic development of the nation.

**Keywords:** nanotechnology, scientific staff, professional improvement.



## Introducción

El desarrollo y la difusión de la nanociencia y las nanotecnologías auguran un sustantivo impacto en las técnicas y los procesos de producción industrial y, en consecuencia, en el desarrollo económico y social. La velocidad de la difusión de las nanotecnologías se advierte en la creciente y la diversidad de productos que las han incorporado: desde procesadores electrónicos hasta cosméticos, pasando por medicamentos, textiles y lubricantes para motores de automóviles y de aviones. Su notable avance en las principales economías de mundo va acompañado de montos sustantivos de financiamiento público para su investigación y desarrollo.

En vías de un potencial desempeño comercial e industrial, las nanotecnologías conforman un campo que progresa rápidamente en descubrimientos e innovaciones, lo que se evidencia por un sustantivo crecimiento de las patentes nanotecnológicas. Por ello, se le da gran importancia hoy en día el desarrollo científico tecnológico de la nanociencia y las nanotecnologías a nivel mundial. En particular para Cuba es fundamental, la formación de sus recursos humanos, como pilar esencial para impulsar su avance acelerado.

La nanotecnología es considerada como un área clave en la convergencia tecnológica ya que tiene repercusión en múltiples ramas. El amplio alcance de las nanotecnologías, hace de éstas, áreas estratégicas para la competencia industrial, militar y espacial de las próximas décadas. La relevancia de la nanotecnologías, se advierte por su número creciente de patentes y de citas en la literatura científica, a las que han antecedido sustantivas inversiones de gobiernos y compañías. Las patentes y artículos no sólo significan nuevas ideas tecnológicas y científicas, sino implican nuevos productos y procesos en un muy amplio espectro que son introducidos en la práctica cotidiana con alta velocidad.

El análisis de lo anterior permitió proponer como objetivo: Argumentar la importancia que representa en la práctica para Cuba insertarse en este camino y prepararse para maximizar el aprovechamiento de las ventajas de estas nuevas tecnologías y su vínculo con otros sectores científicos, tecnológicos de avanzada en el país.

## Metodología

Se realizó una investigación descriptiva. Mediante el análisis bibliográfico se establecieron los principales fundamentos teóricos sobre el uso de las nanotecnologías en el mundo, así como en Cuba. En la metodología empírica, el trabajo toma varias referencias de investigaciones realizadas acerca de la importancia que tiene su uso en diferentes esferas de la vida económica y social, así como lo que representa en este campo de la ciencia poder desarrollar la superación profesional en jóvenes investigadores como herramienta esencial para el logro de un investigador con una alta preparación científica acorde a lo que exige este fascinante, complejo y entramado mundo de las investigaciones científicas con bases nanotecnológicas en Cuba.

Ciertas búsquedas sobre el tema dejan en claro que los inicios de la nanotecnología a nivel mundial se remontan a los años 80 del siglo XX; que tras un largo y controversial camino hasta llegar a la primera década del siglo XXI, la civilización ha podido constatar el surgimiento de la comercialización de la nanotecnología. Fue el físico norteamericano, Feynman(1959) , quien el 29 de diciembre de 1959 impartió una conferencia titulada «*Hay mucho espacio en el fondo*», durante un congreso de la Sociedad Americana de Física en el Instituto de Tecnología de California, en la cual vislumbró la posibilidad de manipular materiales a escala atómica y molecular, y cito:

[...] Las leyes de la física, hasta donde yo puedo comprender, no nos prohíben la posibilidad de manipular la naturaleza átomo por átomo... no es un intento de violar ninguna ley [...] pero en la práctica, no se ha hecho porque somos muy grandes [...] los problemas de la química y la biología pueden ser en gran parte resueltos si nuestra habilidad para ver lo que estamos haciendo y para hacer cosas a nivel



atómico finalmente es desarrollada [...] un desarrollo el cual creo que finalmente no puede ser evitado (p.60)

El término “nanotecnología” fue usado por primera vez en 1974 por Norio Taniguchi, un investigador de la Universidad de Tokio, quien señalaba así la capacidad de manejar materiales a nivel nanométrico. El rango de tamaño de mayor interés para la nanociencia y las nanotecnologías hasta 100 nm o menos (aunque no se trata de una división estricta) debido a que es entonces que los materiales pueden realzar sus propiedades o adquirir otras totalmente diferentes. El ser humano, en algunos casos, ha usado las “nanotecnologías” durante siglos, por ejemplo, nanopartículas de oro y plata se han utilizado como pigmentos colorantes para cristales. Dependiendo de su tamaño, dichas nanopartículas pueden parecer rojas, azules o doradas. El reto de los antiguos químicos era lograr todas las nanopartículas del mismo tamaño, lo cual, aún hoy, constituye un desafío para los modernos científicos.

### **El desarrollo de la Nanociencia y las Nanotecnologías en Cuba.**

Las grandes revoluciones tecnológicas del siglo xx, han demostrado cómo pueden cambiar de manera drástica la vida del ser humano en todos sus aspectos, y han dejado como enseñanza que las rápidas transformaciones científicas y tecnológicas requieren de otros paradigmas para educar las nuevas generaciones de estudiantes, científicos y líderes de la academia y de la industria. La nanociencia y la nanotecnología son dos, relativamente, recientes disciplinas definidas en la escala de longitud donde científicos e ingenieros de múltiples campos descubren fascinantes fenómenos y aplicaciones y nos proveen con nuevas y exquisitas herramientas para diseñar novedosos materiales y componentes en electrónica, y aplicaciones en la física, la química, la biología molecular, la medicina, el medio ambiente, las industrias químicas, las farmacéuticas, etc.

Pero *¿qué se quiere decir al utilizar el prefijo nano en nuestro léxico?* En términos sencillos, *nano* es un prefijo griego que significa “enano” y al usarlo en términos y conceptos denota una amplia gama de fenómenos y objetos cuyas dimensiones son de una millonésima parte de un milímetro ( $1 \times 10^{-9}$  mts). Hablar de objetos de esa magnitud, sólo puede referir a átomos y moléculas, un diminuto universo cuyas leyes es necesario explicar. *Nanociencia* es el estudio de los fenómenos y la manipulación de materiales a escala nanométrica. *Nanotecnología* es el diseño, caracterización y aplicación de estructuras, dispositivos y sistemas complejos mediante el control de la forma, el tamaño y las propiedades de la materia a escala nanométrica. Puesto que el término “*nanotecnología*” abarca un amplio rango de herramientas, técnicas y potenciales aplicaciones, algunos científicos encuentran más apropiado llamarlas nanotecnologías, y entre las disciplinas que convergen en ellas se encuentran la química, la física, la biología, la medicina y la ingeniería, entre otras.

Como se puede apreciar, se necesitan de la unión de muchas ciencias y/o disciplinas para el estudio y utilización de nanoestructuras, es decir, que las nanotecnologías son un campo inter y multidisciplinario. Lo *multidisciplinario* describe una relación preliminar entre dos o más disciplinas, mientras que *interdisciplinario* se refiere a que los lazos entre varias disciplinas son más fuertes, se superponen o integran. Otros rasgos, igual de trascendentes son la jerarquización de los sistemas bajo estudio y el uso de las “leyes fundamentales” de las ciencias básicas como la física y la química. Refiriéndose a la complejidad estructural de los productos que se obtienen, es decir, que se podría empezar con la manipulación de átomos y moléculas para formar estructuras más simples y, mediante la combinación o utilización de éstas, alcanzar estructuras de mayor complejidad, pero sin perder de vista que para manipular estos objetos se requiere conocer y usar las leyes fundamentales de la física y la química, que son las leyes que los rigen.



### Antecedentes de su desarrollo en la Isla...

En Cuba, desde los inicios de la nanotecnología en el mundo, se venían desarrollando actividades en ese campo. Desde mediados de los 90s varios centros de educación superior como la Universidad de la Habana (UH), la Universidad Tecnológica de la Habana (Cujae), el Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas (Instec), Universidad Central de las Villas Martha Abreu (UCLV), y la Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos (UMCC) de conjunto con varios Centros de Investigación como el Centro de Investigaciones Científicas (CNIC), Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales (IMRE), Centro de Química Física (CQF), Centro de Inmunología Molecular (CIM) y el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB) comenzaron a realizar investigaciones básicas, asimilación y producción de nuevos conocimientos científicos y tecnologías asociadas a las Nanociencias y también a desarrollar limitadas investigaciones aplicadas sobre el diseño, la obtención y caracterización de nanomateriales y nanosensores y sobre sus diferentes aplicaciones como en la Electrónica, la Biotecnología, la Biomedicina.

Entre el 2001 y el 2004, con el objetivo de adentrarse en este campo y de informar a las autoridades nacionales sobre la emergencia de los impactos potenciales de las nanotecnologías, las mencionadas instituciones organizaron talleres sobre Nanoelectrónica y sobre las Nanotecnologías en la Biotecnología y en la Industria Médico – Farmacéutica. Se creó también una incipiente red de nanotecnologías en el Ministerio de Educación Superior (MES). Con igual propósito, el Observatorio de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (Citma) elaboró un informe denominado: “*Elementos para un Análisis de las Nanotecnologías en Cuba*” y se financiaron un reducido número de proyectos de investigación en esta especialidad, a través de un Programa Nacional de Ciencia de los Materiales y Nanotecnologías convocado por dicho ministerio.

Entre el año 1995 y año 2009 y como parte de la formación de recursos humanos en la temática, con la realización de las tareas experimentales en colaboración con varias instituciones en el extranjero, 35 instituciones nacionales fueron responsables de la publicación de 435 trabajos sobre Nanociencia y Nanotecnologías. La Universidad de La Habana, fue la institución líder, con un total de 305 trabajos destacándose el Instituto de Materiales y Reactivos (IMRE) de conjunto con las Facultades de Física (FF) y de Química (FQ). La Universidad de la Habana, el Instituto de Cibernética, Matemática y Física, el Instituto de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, la Universidad Tecnológica de la Habana (Cujae) y el Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN) se especializaron en el área de las nanotecnologías para aplicaciones estructurales y la caracterización y obtención de nanoestructuras y nanocompuestos.

El Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, la Universidad de Matanzas, la Universidad Central de las Villas y el Centro de Inmunología Molecular incursionaron en la aplicación de esta ciencia en entornos biomédicos. En estas direcciones, la visibilidad internacional de los artículos publicados por las entidades cubanas con la participación de varios países, entre los que se destacan España, Brasil, México, Portugal, Suecia, Argentina, Irlanda, Dinamarca, Japón, Venezuela, Reino Unido, Canadá e Italia, se reflejó en la proporción de trabajos citados y el promedio de citas por artículos.

Fue el Dr. C. Fidel Castro Díaz-Balart, quien en calidad de Asesor Científico del Consejo de Estado explicó al Comandante en Jefe las primeras ideas sobre la posibilidad de la nanotecnología en la Isla. Posteriormente el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz, con su visión estratégica, aprobó en el año 2006 la creación del Centro de Estudios Avanzados de Cuba (CEA), el científico seguiría muy de cerca cada etapa de ese gran proyecto, lo que se convertiría unos años más tarde en el Centro de Estudios Avanzados de Cuba (CEA), fundado el 18 de julio de 2019 en su primera etapa, por el Presidente de los Consejos de Estados y de Ministros Miguel Díaz Canel-Bermúdez.



El centro se desempeñaría como una plataforma nacional tecnológica colaborativa para la introducción y expansión acelerada de estas tecnologías en todas las ramas de la economía, con especial énfasis en la preparación de los recursos humanos necesarios. El objetivo fue dotar al país de una institución capaz de integrar los esfuerzos de la comunidad científica e insertar a Cuba nivel regional y mundial en el campo de las aplicaciones de la Nanociencia y las Nanotecnologías. Ello conllevó a la adquisición de novedosas y costosas tecnologías y equipos de laboratorios y la necesidad de la formación internacional de personal de excelencia para su explotación. Su concepción se basó en la idea de concentrar los equipamientos de avanzada para la producción de nanopartículas y la caracterización físico-química y estructural de los materiales hasta la escala nanométrica, con todos los requisitos para su funcionamiento continuo y estable.

A ello se adicionaron las condiciones necesarias para la certificación de sus servicios y productos a nivel nacional e internacional. Asimismo, se planificó la construcción de viviendas aledañas a la institución recién construida, con el objetivo de estabilizar la permanencia de los recursos humanos altamente calificados necesarios para la explotación de esta compleja instalación. Lo que aporta el centro al desarrollo de la nanociencia y las nanotecnologías en la Isla, es la posibilidad de los trabajos experimentales, los cuales solían hacerse en otros países. Ese fue el punto de partida, a partir del cual la institución comenzó a hacer convenios de colaboración y contratos con muchas entidades del país, con el fin de dar a conocer la nanotecnología y de que, a partir de la misma, se realizaran aplicaciones concretas. En la actualidad Cuba mira con mucho interés las oportunidades de las investigaciones a nano escala como un camino para resolver grandes retos tanto en lo social como en lo económico: entre ellos el envejecimiento demográfico, una realidad que demanda la creación de nuevos productos de alto valor agregado en la industria biotecnológica y farmacéutica, hablamos de medicamentos de liberación controlada, es decir, fármacos administrado en dosis menores, más efectivos y con mínimos efectos secundarios gracias a que llegan solo al órgano afectado, ese nivel de precisión solo es logrado a escala nano. También en asuntos sensibles como la urgencia de mejorar la calidad del agua con la creación de nano materiales que optimizarán los procesos de filtrado, y a su vez esta iniciativa impulsa además el establecimiento de sistemas de nano seguridad, un eslabón vital si recordamos que la ciencia y la tecnología deben solucionar problemas claves, pero a la vez emplearse con cautela.

### **El Centro de Estudios Avanzados de Cuba (CEA) y su vinculación con el Programa Nacional de Nanociencia y Nanotecnologías (PN<sup>3</sup>).**

Cuba cuenta con un Programa Nacional de Nanociencia y Nanotecnologías (PN<sup>3</sup>), aprobado por el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), el cual comenzó a implementarse en el año 2018 y define las prioridades, objetivos y recursos necesarios para contribuir a la asimilación y despliegue de esta tecnología avanzada, con vistas al desarrollo económico y social de la nación. Su objetivo general consiste en contribuir con las potencialidades de la nanociencia y la nanotecnología al cumplimiento del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030.

Hasta el 2020, el Programa cuenta con 26 proyectos que tienen como líneas prioritizadas los sectores principales para la transformación económica de Cuba, los cuales agrupan un gran número instituciones científicas y académicas pertenecientes a varios Organismos de la Administración Central del Estado (OACEs). Dicho Programa, prevé entre otras acciones, generar productos y servicios de bases nanotecnológicos de muy alto valor agregado que contribuyan a nuevos productos exportables.

Asimismo, pretende desarrollar nanosensores para la detección de biomoléculas en aplicaciones biomédicas y en la detección de contaminantes y control de la calidad del agua. También, lograr nano estructuras con potencialidades para su empleo en calidad de principios activos y agentes terapéuticos para el tratamiento de enfermedades crónicas no transmisibles como el cáncer, y otras relacionadas con el envejecimiento. De igual manera, incluye el desarrollo de nanomateriales promisorios para ser empleados



en la liberación controlada de medicamentos (nanogeles, nano cápsulas, dendrímeros, liposomas, micelas, nano partículas de carbono, conjugados poliméricos, entre otros).

Al mismo tiempo, el Programa contempla la ejecución de proyectos de investigación y desarrollo en los que se integran especialistas de múltiples perfiles con vista a que sus resultados permitan ayudar a enfrentar los desafíos de la sociedad cubana en los próximos años. Los proyectos, son seleccionados por un comité de expertos, según su novedad, actualidad, pertinencia e impacto, lo que le ha permitido al centro desde su fundación poder incursionar mediante la utilización de su potencial científico y su equipamiento en disímiles proyectos, en estrecha colaboración con otros centros de investigación y ministerios en líneas de investigación tan importantes para el desarrollo del país, tales como: Bionanomedicina, Agricultura, Agua, Energía, Construcción y la Formación de Recursos Humanos.

De igual manera, una vez que se introdujo la pandemia de Covid-19 en el país, el centro se dio a la tarea de apoyar todas las actividades que contribuyeran a enfrentar la pandemia. Es entonces, que se decide profundizar en las investigaciones científicas a partir de los pocos conocimientos que ya se tenían, y se logra poco tiempo después, el nacimiento de un Diagnosticador, cien por ciento cubano, para la extracción magnética del ARN mediante la nanotecnología, consistente en un reactivo de laboratorio que permite extraer el material genético, lo cual es esencial en el proceso de determinación de las pruebas PCR en el contexto de la pandemia de la pandemia.

El producto fue validado por el Instituto de Medicina Tropical Pedro Kourí; que posee una concordancia del ciento por ciento con los kits importados; no precisa de una cadena de frío y cumple con las normas de la autoridad reguladora CECMED (Centro para el Control Estatal de Medicamentos, Equipos y Dispositivos Médicos de la República de Cuba) para ser distribuido en etapa de Covid-19. Dicho logro, implica el compromiso de hacer el diagnosticador para 20 000 extracciones diarias, a partir de un encadenamiento productivo con varias instituciones, incluyendo la participación de un trabajador por cuenta propia, por lo que el colectivo de científicos sienten la satisfacción de poder ahorrar importaciones al país, al tiempo de resolver un gran problema con el aseguramiento de los análisis PCR.

La institución, ademar de estar concebida para desarrollar los procesos de investigaciones científicas relacionados con sus proyectos de investigación, también ofrece servicios de investigación científico-técnico a todas las entidades del país que lo necesiten, entre los que se encuentran:

- ✓ Microscopía de Barrido de Sonda con Espectroscopía Raman
- ✓ Microscopía de Barrido de Sonda
- ✓ Microscopía Confocal
- ✓ Microscopía de Fluorescencia
- ✓ Microscopía Electrónica de Barrido
- ✓ Espectrometría de Fluorescencia de Rayos
- ✓ Espectrometría de Absorción Atómica
- ✓ Difractometría de Rayos X
- ✓ Calorimetría Diferencial de Barrido
- ✓ Medición de Tamaño de Partículas (0,3 nm - 300µm)
- ✓ Cromatografía Líquida
- ✓ Cromatografía Líquida con Espectrometría de Masa
- ✓ Análisis de Carbono Orgánico Total
- ✓ Espectrometría UV-VIS

Actualmente se encuentra prestando servicios científico-técnicos de caracterización de muestras para diferentes aplicaciones a escala nanométrica, fundamentalmente, los estudios de microscopía de alta resolución del virus SARS-COV-2 durante la pandemia.



### **La formación del personal científico. Su importancia.**

De acuerdo con lo planteado en la Estrategia Nacional de Nanociencia y Nanotecnología presentada en el año 2020 y dando cumplimiento a uno de sus objetivos estratégicos, relacionado con la formación del potencial humano de alta calificación en el campo de las Nanotecnologías, así como garantizar las condiciones para su protección y estabilidad. El centro desarrolla acciones encaminadas a lograr su efectividad, a partir del vínculo estrecho que tiene a lo largo de su trayectoria con varias universidades que forman especialistas en diversos perfiles relacionados con el quehacer del centro, entre las que se encuentran la Universidad Tecnológica de la Habana (Cujae) que forma Ingenieros en Química, Automática-Biomédica, Industrial, entre otras especialidades, la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI) que prepara Ingenieros Informáticos, esenciales en la informatización de todos los procesos presentes en la institución, así como en mayor proporción, está la Universidad de la Habana (UH) de cuyas facultades provienen licenciados en varias carreras claves para el desarrollo de la investigación científica en la entidad, entre las que se destacan: Bioquímica y Biología Molecular, Química, Física, Ciencias de la Computación, entre otras.

Al mismo tiempo, se cuenta con el Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas (Instec). El cual forma egresados en especialidades catalogadas como esenciales para el progreso de las ciencias nanotecnológicas, como son las carreras universitarias: Ingeniería Energética Nuclear, Licenciatura en Física Nuclear, Licenciatura en Radioquímica y Licenciatura en Meteorología. Con una vasta experiencia, los profesionales cubanos cuentan con planes de estudios autóctonos que están a nivel de los estándares internacionales.

La calidad de la formación de los profesionales reside en una buena eficiencia académica, así como el alto aprovechamiento docente de sus estudiantes, indicadores que garantizan la excelencia de sus especialidades. El Programa Nuclear Cubano orienta sus acciones hacia el incremento de las aplicaciones nucleares no energéticas en la medicina, la agricultura y otras esferas económicas y sociales del país. Sus profesionales constituyen los recursos humanos necesarios para integrar dicho programa y con sus investigaciones e innovaciones, ayudar creativamente a las transformaciones de la sociedad cubana.

Una vez graduados todos y cumpliendo con los procedimientos establecidos por el Ministerio de Educación Superior (RM 29/2019) y el Ministerio de Trabajo y Seguridad

Social son ubicados en cada uno de las entidades subordinadas al propio ministerio, teniendo en cuenta sus perfiles de formación, a desarrollar su servicio social tal como establece en el Código de trabajo, artículo 69: *El servicio social consiste en el cumplimiento del deber de los graduados decursos diurnos, que alcanzan los conocimientos en el nivel superior y técnico profesional de la educación, de ponerlos en función de la sociedad de conformidad con la planificación y prioridades del desarrollo económico y social. Durante la prestación del servicio social los graduados tienen los deberes y derechos que conciernen a su condición de trabajadores.*

### **El papel del tutor en el mundo laboral...**

Una vez que los recién graduados de Nivel Superior, Técnico Medio de la Educación Superior y de la Educación Técnica Profesional, se insertan en cada uno de los centros asignados para desarrollar su servicio social, la entidad tiene el deber de acompañarlos en su adaptación laboral y preparación complementaria para consolidar y desempeñar los conocimientos adquiridos y el desarrollo de habilidades prácticas que le permitan estar capacitados para asumir un cargo determinado en la entidad donde fueron asignados como establece el Capítulo III, Sección Sexta, Artículo 41 del Código del Trabajo.

Para el logro de ese objetivo, juega un papel fundamental el Tutor, trabajador con probadas condiciones de autoridad, calificación, experiencia y prestigio ante el colectivo, que es seleccionado por la dirección de la entidad para contribuir a la formación integral del egresado, el cual de conjunto con el egresado



confeccionan un plan de adiestramiento laboral, el cual tiene como objetivo general lograr la formación general de los recién graduados en su etapa de servicio social, creando en ellos hábitos y normas que propicien el amor por el trabajo, identificando su incorporación laboral en una acción de trascendental importancia que los inserta en un mundo nuevo, donde el resultado de su trabajo condiciona aportes socioeconómicos para el desarrollo del país y la profesionalidad de su empeño prestigia el universo en que se desenvuelven, preparándolos para encarar los retos de estos tiempos con una visión integral del desarrollo científico, que los forme no solo como los futuros científicos o científicos de nuevo tipo, sino que potencie la formación de valores que los induzcan a la creatividad y la lucha por el bienestar humano. Dicho plan, comprende diferentes etapas: La primera consiste en la presentación y orientación iniciales: incluye el proceso de acogida y familiarización, que comienza con el recibimiento de los egresados por el Consejo de Dirección y las organizaciones políticas y de masas; información general sobre la organización de la entidad, funciones, características esenciales, sistemas de trabajo, de dirección y estimulación; reglamento disciplinario interno, conocimiento de sus deberes y derechos como adiestrado así como las proyecciones en cuanto a maestrías y doctorados. Al mismo tiempo continúa con la preparación general y específica del adiestrado; esta última es la etapa principal y por tanto la de más larga duración. Va dirigida a garantizar el dominio integral de todas las funciones y tareas del cargo para el cual se prepara en el área de su realización y abarca el conocimiento detallado del proceso de producción o servicio que se ejecuta en la misma, con periodos de rotación por cada uno de los departamentos, talleres, grupos de trabajo o actividades que la conforman.

Concluye con la evaluación final, la cual decide si el adiestrado está en condiciones de desempeñar definitivamente el cargo para el cual se preparó. A esta le preceden otras evaluaciones trimestrales en las que se valora el cumplimiento de los objetivos del plan, disciplina laboral y actitud ante el trabajo; a la par de señalar deficiencias dirigidas a mejorar su desempeño. A la vez, se señala que para aquellos que ocupan cargos en la categoría de técnicos -por ejemplo- durará hasta dos años. No obstante, si las evaluaciones trimestrales muestran que cumplen satisfactoriamente los aspectos propuestos, una vez transcurrido el primer año, el jefe de la entidad puede dar por concluido el adiestramiento laboral. Al mismo tiempo, se precisa que el adiestramiento laboral se cumple, en los casos en que así corresponde por la ley, dentro del periodo del Servicio Social.

Así mismo, las entidades que reciben graduados han de asegurar su participación en postgrados, cursos u otras actividades de superación relacionadas con el perfil del cargo para el que se adiestran; y desarrollar una motivación adecuada hacia el trabajo, a partir de una política sistemática de preparación, atención y estimulación, ya que ellos son fuente imprescindible para garantizar el desarrollo del trabajo científico, y en su formación y adecuada preparación se invierten cuantiosos recursos; se explotan a plena capacidad las potencialidades de superación, con un amplio número de cursos y entrenamientos, según la especialidad.

### **La superación profesional en los jóvenes investigadores. Una necesidad impostergable. Su importancia.**

Resulta de gran importancia para nuestro país, y en particular para las entidades estatales, recibir anualmente egresados de las especialidades a fin a su encargo social. Al mismo tiempo, de gran importancia es para la permanencia en este espacio laboral la determinación correcta de las actividades o funciones a desarrollar, que deben estar acorde a las competencias del joven profesional.

Lo señalado anteriormente, junto a otros factores, materiales ante todo, puede ser determinante a la hora de tomar la decisión si permanecer en la plaza laboral una vez cumplido el servicio social o migrar a otro organismo empleador que ofrece mayores ventajas personales u profesionales. Una vez inmerso como recién graduado en la vida laboral, comienza la difícil y compleja tarea de desarrollar habilidades propias de la profesión como son: la autoperparación y la auto superación profesional, teniendo en cuenta, que se



debe mantener el vínculo sistemático con las diferentes universidades con el propósito de participar activamente en las diferentes formas organizacionales de superación, como son: el postgrado y el diplomado, así como formar parte de la formación académica de maestrías y doctorados relacionados con sus especialidades, tal como expresa la Ley No. 116 del Código de Trabajo, Sección sexta, artículo 39: *el empleador tiene la obligación de organizar la capacitación de los trabajadores en correspondencia con las necesidades de la producción y los servicios y los resultados de la evaluación del trabajo.*

Por tanto, el desarrollo profesional constituye la manera más económica de eliminar esa diferencia, con la ejecución de planes de mejora y con el total entendimiento del mismo. Teniendo en cuenta, que la educación de postgrado es el trabajo colectivo y la integración en redes, a la par que atiende de modo personalizado las necesidades de formación de los estudiantes de este nivel; promueve la superación continua de los graduados universitarios, y el desarrollo de la investigación, hace que la entidad le brinde una gran importancia a esta temática. De acuerdo con lo planteado por la Resolución Ministerial 140/19 del MES en su artículo 19 de la Sección Segunda del Capítulo IV la superación profesional tiene como objetivo: contribuir a la formación permanente y la actualización sistemática de los graduados universitarios, el perfeccionamiento del desempeño de sus actividades profesionales y académicas, así como el enriquecimiento de su acervo cultural, es que se hace necesario incentivar una superación constante y efectiva para todos los egresados.

Al mismo tiempo, es válido plantear que para lograr el éxito de la superación es importante concebir la participación activa del egresado en la determinación de sus propias necesidades y en la ejecución del proceso en sí mismo, así como propiciar la estimulación del trabajo grupal y la auto superación como vías para su desarrollo profesional, así como la elevación de la cultura del estudio.

### **La experiencia del CEA...**

Un aspecto esencial, a tener en cuenta, para lograr desarrollar la superación profesional en los jóvenes científicos es precisamente incentivar la *motivación*, la cual está fuertemente influida por la satisfacción de realizar bien su tarea principal, investigar. Para su pleno desarrollo, y en función de lograr un buen desempeño de los jóvenes investigadores, el centro lleva a cabo desde el mismo momento de su inserción, diferentes acciones en función de lograr tales objetivos, entre las que se encuentran:

- Brinda asesoría en materia científica y laboral, en función de lograr un investigador más completo.
- Propicia el vínculo efectivo con la figura del Tutor, en función de lograr un mejor desempeño laboral del egresado.
- Brinda la posibilidad de que los recién graduados se inserten en los diferentes proyectos de investigación científica que se desarrollan dentro de la entidad, como parte de su preparación complementaria.
- Facilita las vías de comunicación necesarias para establecer matriculas en los diferentes programas de maestría y doctorados que ofertan las respectivas universidades de origen, como parte de su formación continua.
- Ofrece cursos de superación internos y externos por especialidades, en función de la labor que desarrollan, siempre en coordinación con las diferentes instituciones científicas y centros de educación superior que tributan.
- Propicia colaboración en materia científica y académica con entidades nacionales y extranjeras relacionadas con la nanotecnología, con el fin de contribuir a la preparación, formación y superación profesional del joven científico.

Todas las actividades antes mencionadas, contribuyen de manera general al mejoramiento del desempeño profesional de los jóvenes investigadores desde cada uno de sus puestos de trabajo, así como los ayudan



enfrentarse al complejo y dinámico mundo de la nanotecnología. De la misma manera, que se les propicia una atmósfera de trabajo agradable, donde todos los investigadores se relacionan y desarrollan habilidades como, el trabajo en equipo, la empatía, entre importantes valores, así como llegan a incorporar a su quehacer diario valores morales tan importantes como la solidaridad y unidad entre todos, en función de un objetivo común, desarrollar la investigación científica en función de la sociedad cubana.

Para lograr un desarrollo exitoso de todo lo anterior, el centro cuenta con una infraestructura dotada con una moderna tecnología, concebida para soportar un equipamiento de última generación, el cual se encuentra en óptimo funcionamiento y entre los cuales se hallan equipos analíticos y de análisis estructural y morfológico que lo convierten en una de las plataformas más importantes del país en este campo. Todo lo anterior, ha permitido poder contar, desde su fundación, con un colectivo de científicos destacados en esta materia, capaces de aportar novedosas patentes al desarrollo científico tecnológico del país en esta materia.

Al mismo tiempo, todo los éxitos alcanzados hasta la fecha, han sido posible por contar con un potencial científico-técnico altamente preparado y calificado, para ello cuenta en su plantilla con 5 Doctores en Ciencias, 7 Máster, 5 ingenieros y 63 graduados de nivel superior, lo que ha posibilitado contar con una experiencia en tutorar, en especial, a los recién graduados de nivel superior y de nivel medio superior, que son asignados en la entidad todos los años para desarrollar su etapa de adiestramiento laboral, lo que ha sido considerado como un eslabón esencial, para la preparación y formación continua de sus recursos humanos.

Al mismo tiempo, y con el objetivo de dar solución a esta problemática, la institución desarrolla una estrecha interrelación con las universidades del territorio, Universidad Tecnológica de la Habana (Cujae), Universidad de Ciencias Informáticas (UCI) y la Universidad de la Habana (UH), la cual se basa fundamentalmente, en desarrollar acciones de manera conjunta en el ámbito, científico-técnico, investigativo y docente, que se vea reflejado en el desarrollo del vínculo centro de formación-empresa, prestando especial atención, a la formación continua del egresado, como vía para mejorar su desempeño profesional.

En su corta trayectoria y como parte de su inserción en el mercado, la organización, ha desarrollado y mantiene en la actualidad colaboración con diversas instituciones a nivel nacional y extranjeras a fin con la materia, con el objetivo de, estrechar vínculos académicos e investigativos que propicien desarrollar líneas de investigación esenciales para el desarrollo económico y social del país, así como desarrollar acciones de superación continua, dirigidas a elevar la preparación de los científicos.

Por lo que de esta manera obtendremos un investigador más completo y comprometido con todas las tareas a desarrollar en el campo de las investigaciones científicas, a la vez que vaya incorporando en sí mismo la auto superación con el objetivo de continuar transitando por cada una de las categorías científicas. Teniendo en cuenta lo anterior, nos conlleva a plantear que se necesita de un investigador que labore en el mundo de las ciencias en cuba que sea capaz de actuar y responder en correspondencia con lo que exige la sociedad de hoy, donde la auto preparación como exigencia indispensable sea el factor más importante dentro del proceso de superación individual, y que a la vez le sirva para lograr una cultura que le permita el análisis desde posiciones críticas del desarrollo de las ciencias a escala nacional y mundial y que a la vez contribuya al desarrollo de habilidades profesionales, capacidades y valores que trasciendan en el mejoramiento humano.

Por eso, la formación del joven egresado y su profesionalización constituye un factor clave en cuba, por lo que es preciso elevar paulatinamente la formación inicial hasta alcanzar, de manera generalizada el nivel universitario, así como obtener el nivel científico requerido. Para el logro de todo lo anterior juega un papel esencial su desempeño profesional, ya que, es donde manifiesta las competencias laborales alcanzadas en las que se integran, como un sistema, conocimientos, habilidades, experiencias,



sentimientos, actitudes, motivaciones, características personales y valores que contribuyen a alcanzar los resultados que se esperan, en correspondencia con las exigencias técnicas, productivas y de servicios de la empresa. La superación permanente además de constituir una vía para el desarrollo profesional, constituye un medio eficiente para la evaluación permanente, la cual es comprendida como un proceso de autoevaluación constante para mejorar los procesos y los productos finales.

Merece la pena subrayar, la necesidad de que el egresado eleve su preparación para poder penetrar más activamente en su comunidad científica, en la consolidación de la investigación científica con base nanotecnológica que la sociedad está reclamando, y de esta forma ampliar su acción a los demás campos. Este proceso tiene que estar guiado por programas de superación profesional de postgrados auspiciados por universidades y que respondan a las exigencias del desarrollo profesional demandadas por cada perfil de investigación, evitando de esta forma la introducción de modelos que no se ajusten a la realidad histórica social que vive Cuba, por lo que conlleva a colocar al egresado en una situación de constante aprendizaje, por lo que el objetivo fundamental del desarrollo profesional es situarlo ante un proceso de formación continua para perfeccionar su rol. El proceso de superación como proceso de aprendizaje y socialización persigue modificar algunas maneras de proceder con vista a lograr ciertos objetivos tanto en el egresado como en el propio modo de adquirir ese progreso, por tanto existe plena correspondencia entre el desempeño laboral como vía para lograr un desarrollo profesional como crecimiento y la manera en que lleva a la práctica.

### **Resultados**

La nanotecnología y su uso han evolucionado desde formas muy básicas hasta verla insertada en diferentes ramas de la vida, lo que es posible, como consecuencia del desarrollo económico y social del mundo que ha requerido de una mayor participación del conocimiento científico, en función de lograr desarrollar una ciencia a favor del propio progreso humano. Todo lo anterior ha sido posible, en su gran mayoría, por contar con:

- Políticas nacionales sobre ciencia y tecnología.
- Valor del conocimiento como factor de producción.
- Aumento de las inversiones en investigación y desarrollo.

El alcance de lo planteado es amplio, por lo que es necesario lograr el vínculo efectivo universidad-centro de investigación, donde el trabajo se convierta en el camino para formar en el contexto propio de la aplicación de conocimientos, así como, donde el estudiante se encuentre en contacto directo con los problemas de la sociedad, en cuya solución aplique los métodos generales y particulares de la ciencia; ejercite las labores propias del modo de actuación de su profesión y desarrolle, además, valores y actitudes estables de su personalidad. De igual manera, que se propicie la relación ciencia-tecnología expresándose en el proceso de innovación tecnológica dirigido a generar procesos de investigación científica en las universidades capaces de introducir sus resultados en el sistema empresarial.

Para el logro de una superación de los jóvenes investigadores en el campo de las nanotecnologías en el país, es necesario que el sistema educativo este más vinculado con este mundo, que le permita identificar cuáles son sus necesidades, y que a su vez le permita dar respuestas desde la propia formación de profesionales más preparados y acorde a lo que exige el modelo de investigador, tomando en cuenta que la permanente superación de los graduados universitarios es una de las direcciones principales de trabajo de la educación superior en Cuba.



## Discusión

La difusión del uso de la nanotecnología en Cuba carecía de una gestión consciente y especializada, dominada por la poca interpretación de la importancia de sus beneficios. De esta manera, quedan establecidas las condiciones estructurales para sustentar el proceso de formación y superación de los jóvenes investigadores en esta rama de la investigación científica con bases nanotecnológicas, por lo que debe ser perfeccionado y adecuado continuamente a las características y necesidades actuales.

## Conclusiones

Desarrollar la nanociencia y las nanotecnologías contribuirá a mejorar muchos aspectos de la vida cotidiana y ayudarán a resolver otros que no lo son tanto, como algunas enfermedades; pero ello está condicionado por el financiamiento y aceptación del gobierno y población de cada país. Esta aceptación depende de varios factores sociales: las especificaciones técnicas, las opciones que el público tenga, la política y las decisiones macroeconómicas que contribuyan al desarrollo de mayores tecnologías y resultados deseables, así como de las estructuras legales y regulatorias.

Otro punto a tomar en cuenta es que, como lo dice la experiencia, el surgimiento de una nueva tecnología se acompaña de promesas de bienestar social, reducción de la pobreza y erradicación de enfermedades, por ejemplo, la energía nuclear prometía energía abundante y barata; la revolución verde en la agricultura prometía acabar con las hambrunas: la biomedicina y la ingeniería genética prometieron la cura de muchas enfermedades, pero en la práctica se ha visto que en los últimos 50 años han aumentado la pobreza y la desigualdad en el mundo, demostrando que los avances científicos y tecnológicos se han llevado a cabo de manera desigual por lo que son ineludibles las regulaciones y convenios entre países para que aseguren que beneficios y riesgos de las nanotecnologías sean compartidos por todos.

Las nanotecnologías presentan grandes oportunidades científicas, tecnológicas y económicas para cualquier país, y para que todo esto se aproveche se debe contar con la nanociencia y la nanotecnología: una revolución en curso, apoyos para la investigación y desarrollo de esa disciplina, un aspecto que requiere de la fuerte participación por parte de cada gobierno. Por su parte Cuba, se encuentra formando a sus recursos humanos en diferentes carreras universitarias a fin con la nueva ciencia y a su vez cuenta con una infraestructura única enclavada en un centro de investigación científica único de su tipo en el país, lo que permite al país poder hacer frente a esta nueva revolución tecnológica, siempre con el apoyo de países hermanos como es el caso de Irán y Rusia, los cuales han sabido acompañar y compartir ese desarrollo científico en beneficio de la humanidad.

## Referencias bibliográficas

- Arencibia, R.J, Aguiar, J. D. (2011). Producción científica cubana sobre Nanociencia y nanotecnologías.
- Díaz, A. (2020). Estrategia nacional de Nanociencia y nanotecnologías, aprobada por el consejo de Ministros, 2020.
- Documentos del 7mo. Congreso del Partido aprobados por el III Pleno del Comité Central del PCC el 18 de mayo de 2017 y respaldados por la Asamblea Nacional del Poder Popular el 1 de junio de 2017
- Feynman, R. P. (1959). "There's Plenty of Room at the Bottom", re-impreso en J. Electromechanical Systems, 1(1), 60 (1992).



Huertas, JA. (2002). Motivación en el aula y Principios para la intervención motivacional en el aula. En: Motivación. Querer aprender. Buenos Aires: Editorial Aique; 1996.p. 291-379.

Perera, A (2021). Historia de una idea descomunal. Publicado en el periódico Juventud Rebelde.

Pérez Navarro, Lourdes (2009). Acerca del adiestramiento laboral. Publicado en el periódico Granma.

Propuesta de Creación del Centro de Estudios Avanzados de Cuba (CEAC). Oficina Asesor Científico del Consejo de Estado. Julio 2006.

Royal Society, UK National Academy of Science and the Royal Academy of Engineering, (2004)

Toledo, D. N. (2015). Los proyectos de investigación mediante el vínculo universidad-empresa en la formación continua de los ingenieros químicos / Centro Azúcar Vol. 42, No. 3, Julio-Septiembre 2015 (pp. 89-98).

### **Declaración de conflicto de interés y conflictos éticos.**

El autor declara que este manuscrito es original, no contiene elementos clasificados ni restringidos para su divulgación, ni para la institución en la que se realizó. No han sido publicados con anterioridad, ni están siendo sometidos a valoración de otra editorial. Los autores son responsables del contenido recogido en el artículo y en él no existen plagios, conflictos de intereses ni étnicos.

### **Contribuciones de los autores.**

El autor fue el encargado de: Redacción del artículo, fundamentos teóricos, diseño de la metodología, diseño del artículo, fundamentos teóricos metodológicos, revisión de todo el contenido y tratamiento informático.

