

# 21

Fecha de presentación: julio, 2021  
Fecha de aceptación: agosto, 2021  
Fecha de publicación: septiembre, 2021

## LAS CATEGORÍAS DE ESPECIALIZACIÓN EN TECNOLOGÍAS DE AVANZADA: INSTRUMENTO PARA DINAMI- ZAR LA INNOVACIÓN EN CUBA

### THE CATEGORIES OF SPECIALIZATION IN ADVANCED TECHNOLOGIES: AN INSTRUMENT TO STIMULATE INNOVATION IN CUBA

María Luisa Zamora Rodríguez<sup>1</sup>  
E-mail: [marialuisa@citma.gob.cu](mailto:marialuisa@citma.gob.cu)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7030-1835>  
Armando Rodríguez Batista<sup>1</sup>  
E-mail: [vmcitma@citma.gob.cu](mailto:vmcitma@citma.gob.cu)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2737-9431>  
Cira Sánchez Sánchez<sup>1</sup>  
E-mail: [cira@citma.gob.cu](mailto:cira@citma.gob.cu)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3358-640X>  
Raisa Zhurbenko<sup>2</sup>  
E-mail: [raisa@biocen.cu](mailto:raisa@biocen.cu)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4160-7429>  
Claudio Rodríguez Martínez<sup>2</sup>  
E-mail: [claudio@biocen.cu](mailto:claudio@biocen.cu)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4235-2103>

<sup>1</sup> Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. La Habana. Cuba.  
<sup>2</sup> Centro Nacional de Biopreparados. Mayabeque. Cuba.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Zamora Rodríguez, M. L., Rodríguez Batista, A., Sánchez Sánchez, C., Zhurbenko, R., & Rodríguez Martínez, C. (2021). Las categorías de especialización en tecnologías de avanzada: instrumento para dinamizar la innovación en Cuba. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(5), 200-212.

#### RESUMEN

La innovación en la Biotecnología y la Industria farmacéutica en Cuba, entre 2000 y 2020, se ha caracterizado por el uso intensivo del conocimiento, para convertir los resultados de la ciencia en productos de alto valor agregado, generando productos e intangibles exportables con significativo impacto en la economía y salud. Este proceso se sustentó en la formación y desarrollo del potencial humano con énfasis en la categorización de investigadores y especialistas en tecnologías de avanzada, en procesos de alta tecnología, biotecnólogos y técnicos innovadores, certificándose las primeras tres Empresas de Alta Tecnología del país. Los acuerdos de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido, del Plan de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030, la Constitución y las nuevas Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación, requieren de la extensión a todos los territorios y sectores que demanden productos, procesos y servicios de alto valor agregado, de procesos de captación, superación y desarrollo del potencial humano, apoyándose en los procesos de categorización tecnológica. Resulta imprescindible la formación, desde las edades tempranas, de una cultura científica e innovadora, que desarrolle profesionales capaces de aplicar la Ciencia, Tecnología e Innovación en función del desarrollo próspero y sostenible de la nación.

**Palabras clave:** Tecnólogo, potencial humano, categorización tecnológica, innovación.

#### ABSTRACT

Innovation in Biotechnology and the Pharmaceutical Industry in Cuba between 2000 and 2020 has been characterized by the intensive use of knowledge, to convert the results of science into products with high added value, generating exportable products and intangibles with significant impact in the economy and health. This process is based on the training and development of human potential with emphasis on the categorization of researchers and Specialists in Advanced Technologies, in High Technology Processes, Biotechnologists, and Innovative Technicians, certifying the first three High Technology Companies in the country. The agreements of the Economic and Social Policy Guidelines of the Party, the Economic and Social Development Plan until 2030, the Constitution and the new Policies in Science, Technology and Innovation, require extension to all territories and sectors that demand products, processes and services of high added value, of processes of recruitment, improvement and development of human potential relying on the processes of technological categorization. The formation of a scientific and innovative culture from an early age is essential, which develops professionals capable of applying Science, Technology and Innovation based on the prosperous and sustainable development of the nation.

**Keywords:** Technologist, human capital, technological categorization, innovation:

## INTRODUCCIÓN

El Triunfo de la Revolución cubana, en 1959, marcó el inicio de la transformación del modelo de conducción de la ciencia y el desarrollo en el país. Antes de esa fecha los científicos cubanos, como Carlos Juan Finlay, Juan Tomás Roig, Joaquín Albarrán, Álvaro Reinoso, entre otros, en los siglos XIX y XX, alcanzaron resultados científicos y tecnológicos de relevancia nacional e internacional, en especial en la esfera de la salud, la ingeniería y la agricultura. La ciencia era conducida por personalidades que, como ellos, laboraban de manera aislada, o en pequeños colectivos de colaboradores con un elevado espíritu altruista y creativo, frecuentemente deslindados del estado y, en ocasiones, interconectados con miembros de las escasas sociedades científicas y de la Universidad, pero sin impactos en la economía real de la población.

La Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana, fundada en 1861, agrupaba a los más prestigiosos investigadores cubanos. Durante su trayectoria en el período pre-revolucionario, pasó por etapas de actividad estable con un determinado apoyo y reconocimiento gubernamental, hasta la casi total ignorancia de su labor y los intentos por reprimir el espíritu de soberanía nacional por parte de los gobiernos de turno (Álvarez Sandoval, 2016). Entre el siglo XIX y la primera mitad del siglo XX, en especial en éste último período, en el cual los resultados de la ciencia empiezan a impactar significativamente en las economías, desde nivel de empresas, hasta los estados, Cuba se torna polígono pionero de la introducción de resultados de la tecnología en Latinoamérica, en especial, de la generada en los Estados Unidos. Así, el país fue el primero en la introducción del ferrocarril, y con posterioridad la telefonía a larga distancia, la radiodifusión y la televisión, por citar algunos ejemplos. Esta transferencia de tecnología sirvió a los intereses monopólicos de las grandes empresas extranjeras, era liderada por especialistas foráneos y, por su empeño individual, asimilada por los ingenieros y técnicos cubanos.

Aún las empresas de capital cubano no habían transferido a su interior laboratorios para generar soluciones innovadoras y las de capital extranjero no estaban interesadas en crear este tipo de capacidades en sus filiales en Cuba, reteniendo en sus matrices radicadas en Estados Unidos las capacidades no sólo para la innovación, sino también para la investigación y el desarrollo.

A sólo un año del triunfo de la Revolución cubana, el 15 de enero de 1960, el Comandante en Jefe Fidel Castro perfilaba el futuro de Cuba, estrechamente ligado a la aplicación de la ciencia para el bienestar de la nación al afirmar en la sede de la Academia de Ciencias Médicas,

Físicas y Naturales de La Habana que “El futuro de nuestra Patria tiene que ser necesariamente un futuro de hombres de ciencia, tiene que ser un futuro de hombres de pensamiento, porque precisamente es lo que más estamos sembrando; lo que más estamos sembrando son oportunidades a la inteligencia; ya que una parte considerabilísima de nuestro pueblo no tenía acceso a la cultura, ni a la ciencia, una parte mayoritaria de nuestro pueblo”.

Siendo Cuba, hasta ese entonces, un país eminentemente agrícola, Fidel introdujo de manera acertada las primeras transformaciones en la ciencia, la tecnología y la innovación en esa esfera, al crear en 1959 el Instituto Nacional de Reforma Agraria (Inra) e integrar a ese organismo las estaciones experimentales de la Caña de Azúcar de Jovellanos y la Agronómica de Santiago de las Vegas.

La dirección de la revolución comprendió que eran imposibles las transformaciones futuras sin erradicar inicialmente el analfabetismo, y posteriormente “sembrar escuelas y universidades” en todo el país. Es así que entre 1960 y 1961 se logra erradicar el analfabetismo en Cuba.

Una vigorosa ofensiva para elevar el nivel cultural y educacional se expandió por el territorio nacional, para lo cual se elaboraron y pusieron en práctica leyes, decretos leyes y resoluciones, como la Ley de Reforma Universitaria en 1962 (Laurencio Leyva & García Hernández, 2018). El papel de la ciencia y de los científicos se reivindicó y encausó al bienestar social con la creación de la Comisión Nacional de la Academia de Ciencias de Cuba, en ese mismo año.

Entre los años 60 a los 80, se crean innumerables centros de investigación, Universidades, se reorganizan Ministerios e Institutos Nacionales, que hasta la fecha habían generado cientos de resultados introducidos en la práctica social, los cuales serían imposible de enumerar en esta apretada síntesis (Capote García, 2011).

La transformación de la ciencia no sólo ocurrió en la esfera organizativa o económica, sino en la conciencia y el modo de enfrentar los desafíos de la ciencia. La nueva mentalidad de los científicos se forjó en el pensamiento de nuestro querido comandante Ernesto Che Guevara, quien ya desde 1964 había expresado: “*No se puede pensar en la revolución técnica sin pensar al mismo tiempo en una actitud comunista ante el trabajo, y eso es sumamente importante. Si no hay actitud frente al trabajo, no hablen de revolución técnica socialista*”. (López García, 2017, p. 34)

El Estado Revolucionario y Socialista cubano entendió la necesidad de intensificar el papel de la ciencia, de promoverla y divulgarla, de soportarla económicamente, creó las instituciones científicas, y les asignó financiamiento

diferenciado del presupuesto estatal y encargó al Citma de organizar armónicamente, de manera transversal, el sistema de ciencia cubano (Núñez Jover & López Cerezo, 2008).

Si se analiza dentro del conjunto de instituciones creadas, en los primeros años de la Revolución, la inauguración en 1965 (Torres Yribar, 2011) y el posterior desarrollo del Centro Nacional de Investigaciones Científicas (Cnic), constituyó la génesis de una revolución en la concepción de cómo los investigadores debían abordar la ciencia y, en especial, la innovación, expresión de las avanzadas ideas, para aquellos años, de Fidel, afirmando en 1993 que *“la ciencia y las producciones de la ciencia, deben ocupar algún día el primer lugar de la economía nacional.....tenemos que desarrollar las producciones de la inteligencia, y ese es nuestro lugar en el mundo, no habrá otro”* (Lage, 2012, p. 105). En el Cnic se crearon los “grupos especiales” que, alrededor de destacados y descolantes científicos, nuclearon a jóvenes que laboraron bajo el concepto de consagración total al trabajo, asimilaron los últimos avances internacionales en la producción de productos biológicos, tales como el interferón, de medios diagnóstico basados en las técnicas de ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA), la genética microbiana y la neurofisiología y los transformaron en soluciones propias con inmediata aplicación en el Sistema Nacional de Salud (SNS) y en la agricultura para enfrentar enfermedades de animales y plantas como la fiebre porcina derivada de la agresión biológica al país. A esos grupos se sumaron investigadores que laboraban en el Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología (Inor), otras instituciones ligadas al estudio y tratamiento del cáncer y la generación de anticuerpos monoclonales, así como profesionales de la Empresa Carlos Juan Finlay, dedicados a la producción de vacunas y diagnosticadores.

Surge así el concepto de Ciclo Cerrado, desde la investigación, el desarrollo y la comercialización de resultados que debían impactar significativamente en la salud y generar ingresos en divisas para auto sustentarse. Se crean el Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) en 1982, el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (Cigb) en 1986, el Centro de Inmunoensayo (CIE) y el Centro Nacional para la Producción de Animales de Laboratorio (Cenpalab) en 1987 y el Instituto Finlay de Vacunas (IFV) en 1991. En medio de las limitaciones del Período especial se inauguran el Centro Nacional de Biopreparados (BioCen) en 1992 y el Centro de Inmunología Molecular (CIM) en 1994, entre otros.

Estas y otras instituciones conformaron el Frente Biológico en 1981 y más tarde, en 1991, el Polo Científico del Oeste de la Habana. Con posterioridad se crean nuevos centros

dedicados a la biotecnología en las provincias centrales y en Camagüey y nuevos polos científico-productivos se organizan en las provincias.

Lo referido anteriormente resultó trascendental para la conducción de la ciencia, la tecnología, la innovación y la protección del medio ambiente en el país, y la posterior creación en abril de 1994 del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Citma).

Las empresas dedicadas a la producción de medicamentos y diagnosticadores del Ministerio de Salud Pública (Minsap) se integraron a los centros antes mencionados y se creó, en el año 2012, el Grupo de Empresas de la Industria Farmacéutica y Biotecnológica, BioCubaFarma, que funciona en la actualidad bajo el esquema de Organización Superior de Dirección Empresarial (Osde), que agrupa a 30 empresas de la producción y servicios especializados (Martínez Díaz, et al., 2020).

## DESARROLLO

El potencial humano de una empresa constituye su recurso máspreciado por el impacto que la ciencia y la tecnología están llamadas a jugar en la economía y la sociedad de un país. <sup>i</sup>

Por más de tres décadas el sector de la biotecnología ha tenido un extraordinario impacto en la ciencia, la salud, y el ambiente y las regulaciones, entre otros campos de la actividad del hombre. Más de 260 nuevos productos se han generado y se han creado más de 4600 empresas biotecnológicas a escala global (Zhenzhen, et al., 2004; Evens & Kaitin, 2015).

El Comandante en Jefe Fidel Castro tempranamente comprendió la relevancia de este nuevo sector y las amplias posibilidades para su desarrollo en Cuba. Fidel al concebir el desarrollo de la industria biotecnológica en Cuba comprendió que la conversión de los resultados científicos de este sector podía constituir un motor impulsor de la economía (Carr, 1999). Este proceso se nutrió, fundamentalmente, de investigadores de disímiles ramas de la ciencia que asumieron la transformación de resultados de laboratorio en tecnologías de avanzada y productos de alto impacto económico y social, requiriéndose de la asimilación intensiva de nuevos conocimientos organizativos, económicos, gerenciales, de nuevas tecnologías y Sistemas de Calidad y de Buenas Prácticas de Fabricación (BPF) de elevado estándar, generados en países de alto desarrollo tecnológico.

BioCubaFarma en su información corporativa se define como un grupo de empresas que produce medicamentos, equipos y servicios de alta tecnología con destino al mejoramiento de la salud humana, la generación de bienes

y servicios exportables y la producción de alimentos con tecnologías de avanzada (López Mola, et al., 2006).

Cuenta con más de 21 600 trabajadores físicos, cientos de especialistas de alto nivel profesional integrados a la investigación-producción, entre ellos 17 000 profesionales, técnicos y operarios, 1283 Másteres en Ciencias y 255 Doctores en Ciencia y 44 Especialistas.

Del total de investigadores, 144 ostentan la categoría de Titular, 176 de Auxiliar, 188 de Agregado y 45 Aspirantes a Investigador. Un total de 35 profesionales poseen la categoría de Profesor Titular, 31 de Auxiliar, 60 Asistentes y 72 Instructores.

BioCubaFarma cuenta con 62 instalaciones productivas; representa una industria estratégica, con elevados estándares de sus productos y servicios y un sólido posicionamiento internacional (López Mola, et al., 2006).

BioCubaFarma suministra 525 medicamentos para el cuadro básico de medicamentos del país. Cuenta con 742 registros sanitarios en el exterior que respaldan la exportación de más de 300 productos a 43 países (López, et al., 2007). Según sus directivos, *“su fortaleza radica en la integración y en la concepción del ciclo cerrado, factor clave del desarrollo de la industria biofarmacéutica cubana”*. (Cuba. BioCubaFarma, 2021)

En la actualidad se ejecutan ensayos clínicos de sus productos en 35 países (Tesar, et al., 2017; Chen, et al., 2019; Pereda, et al., 2020) y como parte de su actividad innovadora oferta una amplia cartera de intangibles que incluye 425 proyectos de investigación-desarrollo, de ellos 391 son orientados a desarrollo de productos y 34 a tecnologías y servicios, en su mayoría con propiedad industrial propia (Cuba. BioCubaFarma, 2021).

Como se mencionó con anterioridad, originalmente, la transformación de los resultados obtenidos a escala de laboratorio en productos elaborados a escala industrial fue ejecutada a niveles de banco, piloto e industrial, esencialmente por los propios investigadores que desarrollaron dichos productos, sistemas y procesos. Muchos de ellos, incluyendo doctores y másteres en ciencias, tuvieron que asumir la producción en serie a escala industrial. Su formación predominante era en ciencias básicas (biología, química, bioquímica, física, ciencias médicas).

Este hecho, junto al recrudecimiento del bloqueo de los Estados Unidos y la necesidad de destinar los escasos recursos financieros a satisfacer las demandas de la producción, conllevó a no pocos tropiezos, entre ellos, el relativo debilitamiento de las capacidades de investigación

básica y a dificultades para la transformación de resultados de laboratorio en tecnologías de producción para mercados altamente exigentes y regulados con elevados requisitos de buenas prácticas.

La escasa experiencia en la gerencia y conducción de los procesos productivos altamente regulados de las industrias biotecnológica y farmacéutica, la actividad de negocios, de aprovisionamiento y de garantía de la calidad, demandaron igualmente del concurso de los investigadores más experimentados, ante la falta de experticia previa en este sector emergente en la economía cubana, sobre estos temas hizo referencia el Viceministro del Citma, Armando Rodríguez Batista, en el Acto de Clausura de la entrega de los Títulos de Tecnólogos de I y II Nivel en el Palacio de las Convenciones de La Habana, Cuba, el 24 de marzo de 2021.

Un nuevo escenario se planteó para la formación del potencial humano dedicado a las producciones biotecnológicas a escala industrial: la imposibilidad de enviar a los profesionales a superarse a empresas extranjeras del sector, en su mayoría radicadas en los Estados Unidos o filiales localizadas en países europeos, en su totalidad de capital privado. Estas circunstancias diferían de las existentes en los años posteriores al triunfo de la Revolución, cuando miles de jóvenes se formaron como ingenieros, másteres y doctores en los países del campo socialista y de las iniciativas impulsadas por Fidel en los años 80 y 90, cuando grupos de investigadores fueron enviados a los más avanzados centros de investigación y universidades de países con alto grado de desarrollo en las investigaciones biomédicas.

Estas realidades exigieron la incorporación acelerada de jóvenes graduados de carreras técnicas, en especial de perfil tecnológico, como ingenieros en farmacia, en química, ingenieros industriales, electrónicos, y para la biotecnología agrícola a los agrónomos, veterinarios, entre otras especialidades. Su formación trascurre, mayoritariamente, en nuestro propio país, a partir de la experiencia adquirida por los investigadores dedicados en la etapa inicial a las producciones y con el apoyo, en lo fundamental, de profesores de alta calificación pertenecientes a la Ciudad Universitaria José Antonio Echeverría (Cujae), actual Universidad Tecnológica de La Habana.

Surge así la necesidad de la formación de estos especialistas y técnicos con amplios conocimientos en su actividad profesional, la economía de la producción, la gerencia de los procesos productivos, dominio de idiomas extranjeros, de computación, entre otros.

## Las categorías de especialización en tecnologías de Avanzada y de Técnicos Innovadores: un instrumento para desarrollar el potencial humano vinculado a la innovación

En 2001 cristalizan un grupo de ideas generadas por directivos de centros de avanzada, en especial del Cigb y del CIM, para complementar la formación académica y profesional de los especialistas y técnicos vinculados a las actividades fundamentales en la industria farmacéutica y biotecnológica y se proponen nuevas categorías tecnológicas con requisitos exigentes de formación general y especializada que posibilitarían contar con profesionales de alta calificación para los procesos de escalado (durante el desarrollo de productos), la producción, el aseguramiento y control de la calidad, el mantenimiento especializado y el proceso inversionista.

Con posterioridad se visualizó la conveniencia de extender su aplicación a los procesos de negociación de propiedad industrial, de otros intangibles y de productos, a los estudios de factibilidad económica de proyectos, inversiones, transacciones comerciales, a los servicios de alto valor agregado, aprovisionamiento especializado con elevados estándares regulatorios y a los estudios de formación altamente especializada del personal y a la optimización del capital humano.

Se diseñaron así las categorías de especialización en tecnología de avanzada, entre ellas los Tecnólogos de Avanzada de Primer, Segundo y Tercer Niveles y las de Técnico Innovador de Primer y Segundo Niveles, aprobadas para el sector farmacéutico y biotecnológico de las empresas de BioCubaFarma y centros del Citma, ligados a la investigación y producción en el sector de la energía nuclear, según la Resolución Conjunta 1/2001 Mtss-Citma (Cuba. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social-Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 2001).

A escala internacional, el término de Tecnólogo se emplea, por lo general, para denominar a un experto en tecnologías modernas, especialmente relacionadas con una actividad o industria en particular (Cambridge University Press, 2021).

Los tecnólogos son los actores principales de los procesos de innovación, interpretando este término como un producto, proceso o servicio nuevo o mejorado que posee diferencias marcadas con los existentes en el estado de la técnica y que se encuentra aplicado en la práctica y que brinda beneficios de diversa índole a los usuarios u organizaciones (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2018).

Consciente del papel de la innovación en alcanzar las metas de desarrollo del país hacia el 2030, el Presidente

de la República, Miguel Díaz-Canel Bermúdez, en reunión con las Juntas de Gobierno (órganos representativos de los intereses del Estado en el control de la gestión empresarial estatal), aseveró *“Tenemos las condiciones para lograr un fuerte sistema de ciencia, tecnología e innovación, donde consigamos fertilizar las interconexiones necesarias entre el sector del conocimiento, el sector productivo y de los servicios, y la actividad del Gobierno”*.

Eaton (2016), en su blog *“Creating IT Futures”*, define los aspectos distintivos que caracterizan el actuar de los tecnólogos:

- Muestran una visión más estratégica que táctica para lograr el objetivo principal y planifican antes de actuar.
- Consideran los problemas como oportunidades de solución.
- Su curiosidad innata los lleva a afrontar retos incluso cuando no son obvios y su disposición a tomar la iniciativa los impulsa a explorar ideas, opciones y escenarios como medio para identificar y diseñar soluciones constructivas.
- Consideran que la tecnología es una herramienta cuyo valor está determinado por su aplicación en beneficio y asistencia de las personas, ya sea en su vida personal o profesional y creen que la tecnología se trata de humanos, no de hardware.
- Creen que la medida de un trabajo bien hecho es el beneficio que la solución tecnológica brinda a las personas que experimentaron el problema y que los aparatos son soluciones que sirven a las personas.
- Valoran el respeto, la cooperación y la colaboración.
- Respetan los códigos de conducta de sus empleadores, aprecian las contribuciones de sus colegas y comprenden que ser deshonestos no es la mejor manera de analizar un problema, ejecutar una estrategia o implementar una solución en un contexto empresarial.
- Mantienen una disposición positiva y servicial en el trabajo y en las relaciones dentro o fuera del ámbito laboral.

## Categorías de especialización en tecnologías de avanzada

En nuestra concepción, el Tecnólogo de Avanzada caracteriza a un especialista de nivel universitario con conocimientos y habilidades que lo capacitan para laboral de manera sistemática y creativa en la esfera de la tecnología aplicada a la producción y la prestación de servicios

de alto valor agregado. Labora en el diseño, desarrollo, producción, gestión y comercialización de bienes de capital o intangibles y de servicios especializados.

En las condiciones de Cuba, el concepto de Tecnólogo difiere de las clásicas definiciones, no sólo por el grado de especialización, sino por la diversidad de sus conocimientos, su papel social y su contribución a la formación de otros profesionales.

El Tecnólogo de Avanzada labora en el diseño, desarrollo, producción, gestión y comercialización de bienes de capital o intangibles y de servicios especializados. además de compartir los valores y actitudes antes descritas, posee elevados valores patrióticos y se debe a la Revolución y a la sociedad, como herencia de la tradición histórica de los médicos, ingenieros, arquitectos, agrónomos y otros profesionales, que a lo largo de la historia, desde las luchas por la liberación colonial, la emancipación de la tiranía y las batallas ante las agresiones y el bloqueo de los Estados Unidos, dedicaron sus vidas a buscar soluciones originales a los graves problemas de la población. Posee una visión ética de los problemas que atañen a la sociedad y la tecnología.

De acuerdo a la resolución 1/2001 (Cuba. MTSS-CITMA, 2001) los requisitos generales para la obtención de las categorías de Tecnólogos de Avanzada son:

- Ser graduado de nivel superior.
- Ser reconocido como autor de resultados y soluciones creativas que hayan resuelto problemas o situaciones, entre ellas de carácter técnico y tecnológico, de organizacional, de negocio, económico o de otra índole que hayan influido en el desarrollo económico, científico y tecnológico de la entidad. Para cada categoría se exigen diferentes números de soluciones y de diversa complejidad.
- Obtener resultados satisfactorios en las evaluaciones anuales que justifican la correspondencia entre su desempeño y la categoría de especialización que certifica su nivel.
- Presentar trabajos en eventos científicos y tecnológicos nacionales o internacionales, en calidad de autor o ponente, en los últimos 5 años.
- Tener dominio de Gerencia de Producción y Economía de la Producción, demostrado por cursos de posgrado, diplomados, maestrías o exámenes ante tribunal habilitado.
- Tener conocimiento de un idioma extranjero necesario para su actividad avalado por algún tribunal habilitado por el Ministerio de Educación Superior.
- Tener conocimiento y dominio de los problemas sociales de la ciencia y la tecnología.
- Tener conocimientos de computación demostrados por curso de posgrado impartido por algún centro autorizado por el Ministerio de Educación Superior o por examen ante Tribunal.

Los Tecnólogos de Avanzada participan en la transferencia de tecnologías, asimilación de materias primas y cambios o modificaciones en el proceso, elaboración de proyectos y estudios de factibilidad económica.

Otras de sus actividades consisten en controlar, como contrapartida de los ejecutores de las obras, los trabajos del proceso inversionista destinados a la introducción de resultados científicos y tecnológicos, asesorar, orientar, controlar y dirigir con carácter integral el trabajo de especialistas y técnicos durante la etapa de introducción y puesta en marcha de tecnologías y técnicas de avanzadas y desarrollo de nuevos productos o servicios a los especialistas; participar creativamente en procesos auxiliares a la producción, desarrollo e innovación como el control de calidad, aprovisionamiento, negociación de tecnologías, proyectos, intangibles y productos de alta tecnología.

Los tecnólogos deben ser capaces de diseñar y participar en la implementación del sistema de calidad y sus componentes, el registro de medicamentos, dispositivos médicos, software y otros productos sometidos a regulaciones nacionales o internacionales de dirigir y participar en proyectos y estudios de mejoras de la gestión de potencial humano, materiales y de costos ligados a la actividad productiva o de desarrollo.

Aún con la ejecución exitosa del proceso de categorización tecnológica, no se solucionaron todas las dificultades propias de la dirección científica y tecnológica en las empresas del sector de la biotecnología y se precisaba de sistemas de estimulación y reconocimiento moral y material superiores que propiciara la captación y preservación del personal de la más alta calificación en las tareas de dirección. Por otra parte, de año en año las exigencias regulatorias de cumplimiento de Buenas Prácticas en los procesos transversales del ciclo de desarrollo de productos y servicios de alto valor agregado (de laboratorio, manejo de animales, de producción, de ensayos clínicos, entre otras) se incrementaron producto

de nuevos enfoques internacionales de protección a la población y de implementación de nuevas barreras técnicas al comercio.

### Las categorías Biotecnológicas

Como respuesta a estas nuevas exigencias, en 2006 se implementa en la OSDE BioCubaFarma el cargo de Biotecnólogo Superior y el de Especialistas en Procesos de Alta Tecnología para investigadores y tecnólogos con elevados conocimientos y méritos relevantes en el sector de la biotecnología y la industria farmacéutica. Teniendo en cuenta la implementación de las Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) y la necesidad de extender estas categorías al resto de los sectores y territorios del país, se sugiere otorgar la categoría de Biotecnólogo Superior I, II y III Nivel para las actividades de investigación, producción de software y sistemas computacionales, calidad e ingeniería, y la de Especialista en Procesos de Alta Tecnología I, II y III para las actividades de logística, negocios, aseguramiento, administración, asesoría legal, gestión económica y del conocimiento.

Los requisitos generales para obtener las categorías de Biotecnólogo Superior son:

ser graduado de Nivel superior en especialidades afines o ser Doctor en Ciencias o Doctor en determinada área del conocimiento, Máster o tener una especialidad reconocida por el Ministerio de Educación Superior, según la categoría a la que se aspira; y cumplir, según corresponda, con los procesos de validación establecidos por la Organización Panamericana de Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) con las Buenas Prácticas de Producción, de Laboratorio, de Ingeniería, Buenas Prácticas de Almacenamiento, de Diagnosticadores, de Producción de los Sistemas Automáticos, según proceda y con las Normativas de Seguridad Industrial y Biológica.

Dentro de las obligaciones y atribuciones para los profesionales que ostenten las categorías de Biotecnólogo Superior se destacan el concebir, organizar, elaborar, ejecutar y controlar el plan de ciencia y tecnología de la institución a partir de la ejecución de actividades de investigación y desarrollo, innovación tecnológica, transferencia de tecnologías y cumplimiento de las labores de interface, el desarrollo de nuevas tecnologías, técnicas, producciones o servicios y cambios o modificaciones en el proceso, que den respuestas a las exigencias de eficiencia y competitividad del mercado acordes con los objetivos estratégicos del país para la obtención de vacunas, productos farmacéuticos, estuches diagnósticos, equipos, software de aplicación, modelos biológicos,

animales y certificación y validación interna y externa de los productos realizados.

Además, elaborar, dirigir, ejecutar y controlar proyectos de CTI, caracterizados por la introducción de los resultados en la práctica social y sus efectos positivos en la eficiencia y competitividad de la entidad y la sociedad, de alcance internacional, nacional, sectorial o territorial; dirigir o participar en los grupos de expertos nacionales o internacionales, asesorar a las instancias superiores en la actividad de CTI que desarrolla.

El profesional que ostenta esta categoría debe ser capaz, además, de dirigir el trabajo inversionista, hacer recomendaciones sobre la puesta en marcha de inversiones destinadas a la introducción de resultados científicos y tecnológicos u obtención de diferentes productos derivados de la práctica científica; asesorar a los tecnólogos, especialistas y otro personal que labora en el proceso de producción o servicios, dirigir trabajos de tesis de grados científicos o de especialistas y participar en tribunales de grados científicos e impartir docencia especializada.

Los Biotecnólogos están llamados a garantizar la continuidad científica y tecnológica hasta la aplicación de sus resultados para lograr exportaciones con una elevada eficiencia productiva; y asesorar, orientar, controlar y dirigir con carácter integral y multidisciplinario el trabajo de tecnólogos, especialistas y técnicos.

### Especialistas en procesos de Alta Tecnología

Para la categorización de los especialistas en Procesos de Alta Tecnología de primer Nivel se exige el título académico de Máster en ciencias y algunas de las obligaciones en general consisten en organizar, dirigir, supervisar, controlar y elaborar los diferentes planes concebidos para cumplir los objetivos de trabajo y criterios de medidas correspondientes con la gestión y desarrollo de las actividades para el funcionamiento del Sistema de CTI; proyectar, organizar, elaborar y controlar los sistemas para garantizar el control económico, la comercialización, las negociaciones, los aseguramientos, las auditorías y la promoción de la creatividad, competencias, talento y buenos resultados organizacionales de los trabajadores y la entidad.

Además de participar en los grupos de expertos para la planificación y control de los programas de CTI, procesos productivos y de otros tipos de investigaciones vinculadas con las actividades de gestión y desarrollo de las actividades funcionales; proponer y participar en el proceso de desarrollo de los sistemas de computación y asesorar, orientar y dirigir el trabajo relacionado con la gestión y desarrollo de las actividades funcionales a especialistas

de menor complejidad o de grupos con especialistas de menor o igual categoría.

Llama la atención que las empresas de la Osde BioCubaFarma que más intensivamente aplicaron la CTI para obtener sustantivos ingresos por exportaciones de productos y por la negociación de intangibles, ya sea derivados de sus propios desarrollos, como de su decisiva participación en la cadena de formación de valores, coinciden en pertenecer al grupo de empresas que más tecnólogos y técnicos innovadores han formado a través de los años (Cigb, BioCen y CIM) como se apreciará en próximos párrafos.

Los requisitos exigidos para esta categoría de empresas implican dedicar un potencial humano de elevada profesionalidad, capaz de introducir rápidamente y bajo elevados estándares de calidad los productos con alto componente de conocimiento y 'saber cómo', no solo en la industria, sino en los mercados más exigentes y cerrar el ciclo reportando significativos niveles de utilidades sobre la base del valor agregado generado y la elevada productividad.

#### La experiencia de la categorización de tecnólogos: dos décadas en el sector biotecnológico y farmacéutico

En la Tabla 1 se muestran los resultados de la categorización tecnológica correspondiente a los niveles superiores por años. A partir del 2002 y hasta el 2020 se aprecia, como tendencia, un decrecimiento del total de nuevos tecnólogos categorizados por año. Como era de esperar, entre los años 2002 y 2004 se registró la mayor cifra anual de nuevos tecnólogos de las categorías superiores (Niveles I y II), dado por la imperiosa necesidad de formar a los especialistas e investigadores que ocupan cargos de dirección técnica en las áreas de producción, aseguramiento y control de la calidad y de mantenimiento e inversiones.

En esos años, la mediana de la cantidad de tecnólogos categorizados fue de 134, entre 2005 y 2017 se situó en 44 (aproximadamente 1/3 del período inicial) y de 2018 a 2020 resultó 23 (aproximadamente 1/6). A partir del 2010-2011 se extiende con mayor empeño la categorización a otras áreas dentro de las empresas y en el 2012 se crea la Osde BioCubaFarma.

El decrecimiento marcado de la cantidad de nuevos tecnólogos categorizados en el 2018 y en adelante muestra una relativa estabilidad en la demanda de personal especializado en los procesos relacionados con la innovación en los centros categorizados como Ecti dentro de la OSDE BioCubaFarma (fundamentalmente Cigb, CIM, IFV, BioCen, Cneuro, CIE). Las demás empresas de esta Osde incorporan aún un número limitado de especialistas a la categorización y están llamadas a incrementar las cifras de categorizados en todos los niveles.

Dentro de los diferentes niveles de categorización tecnológica se aprecia la misma tendencia, pero más marcada para los Tecnólogos de segundo nivel. Para el caso de los tecnólogos de tercer nivel, y de los técnicos innovadores existe un sub-registro a nivel nacional, debido a que estas categorías son otorgadas por las Comisiones de Entidad. Se han categorizado más de 700 técnicos innovadores. En el caso de los Tecnólogos de tercer nivel, independientemente del sub-registro (se contabilizan más de 90 categorizados), existen otros cargos de especialistas, como el de Especialista para la Investigación, Innovación y Desarrollo y los Tecnólogos A en Procesos Industriales, entre otros, que son aplicables a las actividades de innovación y que se encuentran en el mismo grupo salarial, por lo que las cifras totales no son significativas con respecto a las categorías superiores.

A excepción del año 2002, con el transcurso de los años, la cantidad de profesionales categorizados como Tecnólogos en las categorías superiores pertenecientes al sexo femenino prevaleció sobre los del sexo masculino (Tabla 2). Entre el 2002 y el 2020 se categorizaron 688 mujeres para un 61,32 % del total de categorizados en esos niveles.

La OSDE BioCubaFarma cuenta en la actualidad con una impresionante cifra de profesionales y técnicos categorizados en las Categorías en Tecnología de Avanzada, entre ellos 360 Tecnólogos de Primer Nivel, 138 de Segundo Nivel, 89 de Tercer Nivel, 536 Técnicos Innovadores de Primer Nivel y 197 Técnicos Innovadores de Segundo Nivel; 140 Biotecnólogos de Primer Nivel, 77 de Segundo Nivel, 41 de Tercer Nivel, 35 Especialistas en Procesos de Alta Tecnología de Primer Nivel, 13 de Segundo Nivel y 26 de Tercer Nivel.

Tabla 1. Tecnólogos de nivel superior categorizados por años.

Años/ Categorías	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Tecnólogo I Nivel	77	57	46	20	25	40	20	49	32	30

Tecnólogo II Nivel	57	86	64	24	59	32	29	35	13	12
<b>TOTAL</b>	<b>134</b>	<b>143</b>	<b>110</b>	<b>44</b>	<b>84</b>	<b>72</b>	<b>49</b>	<b>84</b>	<b>45</b>	<b>42</b>

Años/ Categorías	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Tecnólogo I Nivel	24	18	28	27	25	34	16	18	16	602
Tecnólogo II Nivel	11	14	7	22	22	9	10	7	7	520
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>32</b>	<b>35</b>	<b>49</b>	<b>47</b>	<b>43</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>23</b>	<b>1122</b>

Tabla 2. Total de Tecnólogos de nivel superior categorizados por años y por sexo.

Años/ Sexo	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Femenino	54	88	72	28	51	41	25	57	29	30
Masculino	80	55	38	16	33	31	24	27	16	12

Años/ Sexo	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Femenino	22	23	18	37	32	37	16	15	13	688
Masculino	13	9	17	12	15	6	10	10	10	434

En la Figura 1 se muestra el total de profesionales categorizados como Tecnólogos de primer y segundo niveles por empresas de BioCubaFarma y Ecti del Citma entre 2002 y 2020.

Las empresas con mayor número de especialistas y técnicos, tales como CIGB, IFV, BioCen y CIM son las que muestran cifras de categorizados superiores a la centena. Es de destacar que, como se mencionó anteriormente, de ellas el CIGB, CIM y BioCen alcanzaron la categoría de Empresa de Alta Tecnología (EAT), lo que reafirma el papel de la formación de tecnólogos en la ejecución exitosa de los procesos de innovación para la conversión de los resultados de la investigación en productos y servicios de alto valor y rentabilidad.

Los centros con mayor presencia de estos niveles de tecnólogos coinciden con los que categorizaron, además, las mayores cifras de tecnólogos de tercer nivel y técnicos innovadores en su totalidad.

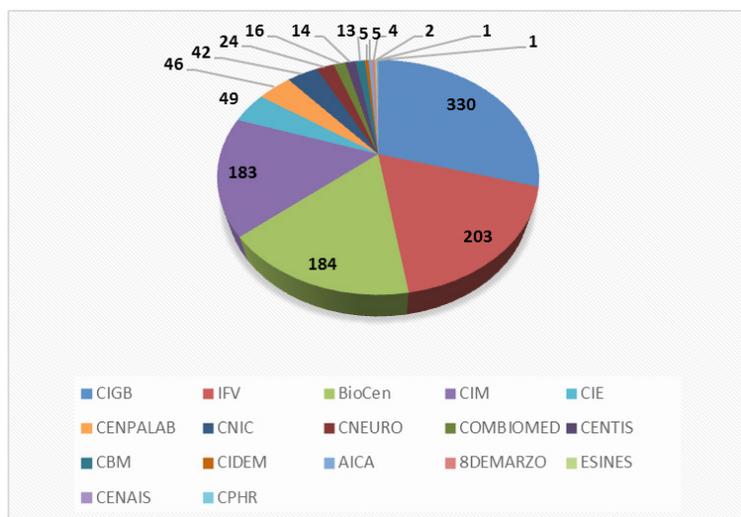


Figura 1. Total de profesionales categorizados como Tecnólogos de Primer y Segundo Niveles por empresas de BioCubaFarma y Ecti del Citma entre 2002 y 2020.

CIGB-Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología; IFV- Instituto Finlay de Vacunas; BioCen-Centro Nacional de Biopreparados; CIM- Centro de Inmunología Molecular; CIE- Centro de Inmunoensayo; CENPALAB-Centro Nacional para la Producción de Animales de Laboratorio; CNIC- Centro Nacional de Investigaciones Científicas; CNEURO- Centro de Neurociencias; Combiomed- Empresa COMBIOMED; CENTIS- Centro de Isótopos, CBM- Centro de Biofísica Médica; CIDEM-Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamentos; AICA- Laboratorios AICA; 8DEMARZO- Empresa Farmacéutica 8 de Marzo; ESINES- Empresa de Servicios Ingenieros Especializados; CENAI- Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas; CPHR- Centro de Higiene y Protección de las Radiaciones.

### [Las categorías de especialización en tecnologías de avanzada y su actualización como parte del proceso de transformación del Sistema de CTI](#)

En la Conceptualización del Modelo Económico de Desarrollo Social Socialista derivada de los documentos programáticos tales como los Lineamientos de la Política Económica y Social del 2011-2016 y del 2016-2021, respaldados por la Asamblea Nacional del Poder Popular el 1 de junio de 2017 (Partido Comunista de Cuba, 2017) y del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030 (PNDES 2030), se conceptualiza que el Modelo de Gestión de Gobierno en toda su dimensión esté orientado a la Innovación, elementos reafirmados por el Presidente en la reunión del Consejo de Ministros del 16 de julio de 2020.

De esta concepción, se deriva el Eje Estratégico vinculado al potencial humano, la CTI, que integra toda la estrategia de conducción de estas actividades, desde la dimensión nacional, hasta la territorial (Díaz-Canel & Delgado, 2020).

En correspondencia en el capítulo 21 de la Constitución de la República de Cuba de Cuba el Estado se promueve el avance de la CTI como elementos imprescindibles para el desarrollo económico y social (Díaz-Canel Bermúdez & Delgado Hernández, 2020).

Las políticas públicas derivadas de estos documentos programáticos, en especial la promoción de la innovación a escala territorial (Cuba. Consejo de Ministros, 2019), el reconocimiento de todos los actores económicos de la sociedad como participantes en los procesos de I+D+i y la nueva concepción del Sistema de Programas y Proyectos de CTI, plasmada en la Resolución 287/2019 (Cuba. Consejo de Ministros, 2019) que prevé aplicar mecanismos de estimulación individual, recuperar el crecimiento del potencial científico y tecnológico, fortalecer la conexión entre los actores, deben respaldar las metas de

Desarrollo Sostenible del país y propiciar una mayor cobertura de las necesidades insatisfechas de la población y su bienestar.

Las 12 políticas y las disposiciones jurídicas prevén diversificar las formas de organización de las estructuras y los procesos relacionados con la ciencia, en especial de la innovación, que pasa a jugar un papel clave en el desarrollo económico y para lo cual se introducen figuras como las Empresas de Alta Tecnología (Decreto No. 2/2020), los Parques Científico-Tecnológicos, las Empresas de Ciencia y Tecnología como interface Universidad-ECTI (Cuba. Consejo de Ministros, 2019) y las Fundaciones.

Nuevas medidas están aún por implementarse para darle continuidad a la decisión de eliminar las trabas que frenan el mejor desempeño de los programas de CTI, de las empresas estatales y de otras formas de propiedad en relación a la ciencia y la innovación para la captación, superación y desarrollo del potencial humano.

Entre las novedades en el Sistema de CTI se destacan la creación de la categoría de Empresa Innovadora de la República de Cuba, del Sistema Nacional de Investigadores y Tecnólogos, de la nueva resolución sobre la Categorización Científica y Tecnológica, que dentro de las modificaciones elimina el requisito de ratificación quinquenal para los tecnólogos e introduce las categorías de Tecnólogo de Mérito y Tecnólogo Innovador, esta última en sustitución a las categorías de Técnicos Innovadores. Se prevé la automatización e informatización de los procesos de categorización, entre otras medidas.

Especial connotación para el fortalecimiento y desarrollo del potencial humano tiene la decisión de extender la categorización tecnológica a todos los sectores económicos de la sociedad, ligados a las producciones y servicios de alto valor agregado, que requieren de alta intensidad de conocimiento y elevado componente de innovación. Se prevé, además, la implementación y la extensión de las categorías de Biotecnólogos y Especialistas en Procesos de Alta Tecnología a otros actores involucrados en la investigación, desarrollo e innovación en la biotecnología.

La extensión del proceso de categorización debe acompañar la interconexión cada vez más estrecha entre el personal involucrado en la investigación, el desarrollo y la innovación de manera tal, que garantice la creación de encadenamientos productivos y que devenga en la potenciación de cadenas de generación de valores, especialmente en aquellos sectores creadores de productos y servicios para la exportación y que, por su naturaleza, requieran de procesos intensivos en conocimiento.

De esta manera se superaría una de las deficiencias señaladas por el Presidente Miguel Díaz-Canel Bermúdez al expresar: *“Es observable una insuficiente efectividad en las conexiones entre las universidades y las entidades de ciencia, tecnología e innovación (ECTI) con los sectores productivos de bienes y servicios y los territorios, y ello limita el impacto del conocimiento, la ciencia y la innovación en el cumplimiento de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030 (PNDES 2030) y más allá”*. (Díaz-Canel Bermúdez, 2021, p. 2)

Necesariamente este proceso de expansión de la formación especializada y categorización tecnológica debe impactar en la concepción y ejecución de proyectos de innovación y en la aceleración de la introducción de resultados en los territorios, pues son precisamente los territorios, el epicentro del desarrollo social del país, en especial en el sector agrícola, de la elaboración de alimentos, las energías renovables, la construcción y la mitigación de daños ambientales.

Para ello se requerirá de un amplio proceso de divulgación, asesoría e instrucción a distintos niveles, desde los Organismos de la Administración Central del Estado (Oace), Osde, gobiernos provinciales, hasta las empresas, unidades de base, Ecti, gobiernos municipales, universidades, Parques Científico-Tecnológicos, entidades de interfase, por sólo mencionar algunas instituciones.

El proceso de capacitación debe ser inclusivo, abarcar no sólo a las instituciones antes mencionadas, sino a los propios especialistas y técnicos que deberán confeccionar los expedientes de solicitud y a alcanzar a toda la comunidad científica y tecnológica.

La creación de los Tribunales Centrales de Categorización Tecnológica para los Oace y Grupos Empresariales, de Tribunales de Categorización Tecnológica de Entidad y de Informes Técnicos para las entidades (Ecti, Parques Científico-Tecnológicos, Entidades de Interface, entre otras) requerirá de un esfuerzo organizativo coordinado entre los organismos e instituciones con el Citma, e involucrará necesariamente a los más calificados investigadores, profesores y especialistas, en especial, a los Doctores y Másteres en Ciencia.

La impartición de los cursos especializados y la acreditación de los conocimientos exigidos para cada categoría, debe extenderse a todos los territorios para ampliar las actuales capacidades, que incluso, en este año, resultan insuficientes. En particular la impartición de conocimientos sobre Gerencia de la Producción, Economía de la Producción, Buenas Prácticas de Producción, de Laboratorio, de Ingeniería, de Almacenamiento, de Diagnosticadores, de Producción de los Sistemas

Automáticos, y de las Normativas de Seguridad Industrial y Biológica deben ser replicadas en los territorios con la asesoría de las instituciones, universidades y empresas con reconocida experiencia nacional e internacional en dichas materias.

Se hace necesaria la divulgación de resultados de alcance nacional, sectorial y territorial de la innovación y de sus actores, con énfasis en los obtenidos por los jóvenes, requiriéndose para ello del empleo de todos los medios de difusión masiva y, en especial, las nuevas tecnologías de la info-comunicación. La población deberá ser partícipe del proceso innovador y no observador pasivo, y para ello, los tecnólogos deben mantener una constante comunicación para conocer sus necesidades y aspiraciones, empleando la innovación como vía principal para impactar en la calidad de vida de la población.

La elevación del reconocimiento moral debe acompañarse de estímulos materiales que faciliten el salto cuantitativo y cualitativo en el desempeño de los innovadores, propiciando el acceso a medios de trabajo y recursos de información más avanzados, formas de superación, en especial de doctorados, maestrías, especialidades y otras modalidades del post-grado cada vez más flexibles y armónicas con su ocupación.

Finalmente, se debe tener en cuenta que el desarrollo del potencial humano del país, debe comenzar a crearse, formarse y estimularse desde edades tempranas, incluyendo a toda la población. La promoción de actividades de creación científica y tecnológica, el despertar de la vocación por la ciencia y la tecnología deberá promoverse retomando el papel de los círculos de interés, de los equipos de creación, los concursos pioneriles, los concursos nacionales e internacionales de asignaturas básicas como la matemática, física, química y biología, de las actividades de las Brigadas Técnicas Juveniles (BTJ), del movimiento del Fórum de Ciencia y Técnica, la Asociación Nacional de Innovadores y Racionalizadores (Anir), las escuelas vocacionales, los días de puertas abiertas, no sólo para universidades, sino para las empresas y ECTI, entre otras muchas iniciativas que se pueden desarrollar.

La creación de nuevas figuras para dinamizar la ciencia y la innovación, como espacios de intercambios a nivel macro con enfoque integrador y transversal, lo constituye hoy el recién creado Consejo Nacional de Innovación y el Consejo Interinstitucional de Ciencia, Tecnología e Innovación, presididos por el Presidente de la República y un Viceprimer Ministro, respectivamente, para discutir entre otros temas relevantes, la formación y desarrollo del potencial humano y proponer soluciones innovadoras ante los desafíos existentes, en aras de impactar

significativamente en el desarrollo económico social de la nación.

Un gobierno basado en ciencia e innovación requiere de la participación inclusiva de toda la población, de niños, jóvenes, trabajadores estatales y por cuenta propia, de la producción, los servicios, del sector agrícola y, en especial, de tecnólogos y técnicos capacitados para introducir rápida y eficientemente los resultados de la ciencia, la tecnología y la innovación, caracterizados por su alto compromiso con la Nación, la Revolución y nuestro sistema democrático y socialista.

## CONCLUSIONES

La experiencia del sector de la biotecnología y la industria farmacéutica en la categorización tecnológica ha resultado exitosa y ha asegurado contar con el debido potencial tecnológico que ha garantizado resultados de elevado impacto en la economía y la sociedad y ha propiciado la certificación de las tres primeras Empresas de Alta Tecnología en el país.

La necesidad de implementar la innovación como eje catalítico para elevar la eficiencia de la dirección, organización, conducción y aplicación de la ciencia y la tecnología en el país, en todos sus niveles y a territorios, requiere de la formación de profesionales con amplios conocimientos en su especialidad y en las materias que rigen la eficacia y eficiencia de los procesos de innovación.

Se requiere extender la categorización tecnológica a todo el país de manera ordenada, promoviendo sus principios, preparando metodológicamente a todo el personal involucrado y divulgando ampliamente su actividad y utilidad.

Es imprescindible formar en las nuevas generaciones y en la población en general una cultura e interés en la ciencia, la tecnología y la innovación y atraer a los jóvenes hacia los perfiles afines a las carreras de corte tecnológico y con posterioridad propiciar su formación como tecnólogos de las más elevadas categorías.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Sandoval, O. (2016). La Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de la Habana entre 1926-1943. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 6(1).
- Cambridge University Press. (2021). Cambridge dictionary. <https://dictionary.cambridge.org/es-LA/>
- Capote García, E. (2011). Revolución y Ciencia en Cuba. La Academia de Ciencias de Cuba 1962-1972. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 1(2).
- Carr, K. (1999). Cuban biotechnology treads a lonely path. *Nature*, 398(Suppl), A22-23.
- Chen, W., Li, T., Wang, J., Liang, L., Huang, D., Yan, G., Tian, Y., Zhang, X., & Zhang, W. (2019). Clinical study of nimotuzumab combined with concurrent radiochemotherapy for treatment of locally advanced cervical cancer. *Cancer Management Research*, 11, 8157-8165.
- Cuba. BioCubaFarma. (2021). Sitio del Grupo de las Industrias Biotecnológica y Farmacéutica de Cuba. <https://www.paho.org/cub/dmdocuments/BioCubaFarmaParaLily%204nov16.pdf>
- Cuba. Consejo de Ministros. (2019). *Decreto 363 de 2019*. Gaceta Oficial No. 86 Ordinaria de 2019 (GOC-2019-998-O86). De los Parques Científicos y Tecnológicos y de las Empresas de Ciencia y Tecnología que funcionan como interface entre las Universidades y Entidades de Ciencia, Tecnología e Innovación con las Entidades Productivas y de Servicios. <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/decreto-363-de-2019-de-consejo-de-ministros>
- Cuba. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social – Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. (2001). Resolución conjunta No. 1/2001 MTSS-CITMA. <https://www.citma.gob.cu/como-categorizarse-como-especialista-en-tecnologias-de-avanzada/>
- Díaz-Canel Bermúdez, M. (2021). ¿Por qué necesitamos un sistema de gestión del Gobierno basado en ciencia e innovación? *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 11(1).
- Díaz-Canel Bermúdez, M., & Delgado Fernández, M. (2020). Modelo de gestión del gobierno orientado a la innovación. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 4(3), 300-321. \_
- Eaton, C. (2016). Who is a Technologist? <https://www.creatingitfutures.org/resources/blog/creating-it-futures/2016/11/14/who-is-a-technologist-?AspxAutoDetectCookieSupport=1>
- Evens, R., & Kaitin, K. (2015). The Evolution Of Biotechnology And Its Impact On Health Care. *Health Affairs*, 34(2), 210-219.
- Lage, A. (2012). Las funciones de la ciencia en el modelo económico cubano: intuiciones a partir del crecimiento de la industria biotecnológica. *Economía y Desarrollo*, 147(1), 80-106. \_

- Laurencio Leyva, A., & García Hernández, A. (2018). La reforma universitaria de 1962: un hito para la educación superior cubana. *Revista Cubana de Educación Superior*, 37(1).
- López García, D. L. (2017). Ernesto Guevara en la Revolución cubana: el Che. *Universidad de La Habana*, 284, 20-42.
- López Mola, E., Silva, R., Acevedo, B., Buxadó, J. A., Aguilera, A., & Herrera, L. (2006). Biotechnology in Cuba: 20 years of scientific, social and economic progress. *Journal of Commercial Biotechnology*, 13(1), 1-11.
- López, E., Silva, R., Acevedo, B., Buxadó, J. A., Aguilera, A., Herrera, L. (2007). Taking stock of Cuban biotech. *Nature Biotechnology*, 25, 1215-1216.
- Martínez Díaz, E., Pérez Rodríguez, R., Herrera Martínez, L., Lage Dávila, A., & Castellanos Serra, L. (2020). La industria biofarmacéutica cubana en el combate contra la pandemia de COVID-19. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 10(2).
- Núñez Jover, J., & López Cerezo, J. A. (2008). Technological Innovation as Social Innovation: Science, Technology, and the Rise of STS Studies in Cuba. *Science, Technology, & Human Values*, 33(6), 707-729.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2018). Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation. OECD Publishing-Eurostat.
- Partido Comunista de Cuba. (2017). Documentos del 7mo. Congreso del Partido. Comité Central del PCC-Asamblea Nacional del Poder Popular. <http://www.granma.cu/file/pdf/gaceta/%C3%BAultimo%20PDF%2032.pdf>
- Pereda, R., González, D., Rivero, H. B., Rivero, J. C., Pérez, A., Lopez, L. D. R., Mezquia, N., Venegas, R., Betancourt, J. R., & Domínguez, R. E. (2020). Therapeutic Effectiveness of Interferon Alpha 2b Treatment for COVID-19 Patient Recovery. *Journal of Interferon & Cytokine Research*, 40(12), 578–588.
- Tesar, T., Szilberhorn, L., Nemeth, B., Nagy, B., Wawruch, M., & Kalo, Z. (2017). Cost-Utility Analysis of Heberprot-P as an Add-on Therapy to Good Wound Care for Patients in Slovakia with Advanced Diabetic Foot Ulcer. *Frontiers in Pharmacology*, 8.
- Torres Yribar, W. (2011). Ciencia cubana en tiempo de Revolución. *Revista Cubana de Salud Pública*, 37(Supl), 569-581.
- Zhenzhen, L., Jiuchun, Z., Ke, W., Thorsteinsdóttir, H., Quach, U., Singer, P. A., & Daar, A. S. (2004). Health biotechnology in China—reawakening of a giant. *Nature Biotechnology*, 22.