

Hacia un proceso de categorización tecnológica desde la perspectiva de una empresa de alta tecnología

Toward Technological Categorization from the Perspective of a High-Tech Company

Raisa Zhurbenko^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-4160-7429>

Tamara Lobaina Rodríguez¹ <https://orcid.org/0000-0001-8182-7947>

Marlery Sánchez Díaz¹ <https://orcid.org/0000-0002-8326-4305>

Juan Carlos Vega Valdés¹ <https://orcid.org/0000-0001-8624-1451>

Yenela García Hernández¹ <https://orcid.org/0000-0002-4575-8275>

José Benito de Armas Rodríguez¹ <https://orcid.org/0000-0002-6663-4183>

María Luisa Zamora Rodríguez² <https://orcid.org/0000-0001-7030-1835>

Claudio Rodríguez Martínez¹ <https://orcid.org/0000-0003-4235-2103>

¹Centro Nacional de Biopreparados (BioCen), Bejucal, Mayabeque, Cuba

²Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Cuba

*Autor para la correspondencia: raisa@biocen.cu

RESUMEN

Objetivo: Proyectar acciones para el desarrollo del potencial tecnológico en una empresa de alta tecnología, sobre la base del análisis del comportamiento y de las limitantes en la categorización tecnológica, tomando como caso de estudio al Centro Nacional de Biopreparados, de la Organización Superior de Dirección Empresarial BioCubaFarma.

Métodos y técnicas: Se recopilaron las estadísticas de categorización y formación del potencial humano entre 2002 y 2020; se consultó la legislación vigente, la política de ciencia, tecnología e innovación y la bibliografía internacional. Además, se compilaron

los criterios de expertos y fueron identificadas las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de la formación y categorización tecnológica.

Principales resultados: Se diseñaron las acciones para la captación, desarrollo y renovación del potencial tecnológico, acelerar la formación doctoral, diversificar la formación en gerencia y economía de la producción, incrementar los incentivos morales y materiales con mira a lograr los requisitos para obtener las categorías.

Conclusiones: La concepción del Comandante en Jefe Fidel Castro de la formación integral del personal, su consagración, principios éticos y morales y de servir al pueblo, sentó las bases para la constitución de empresas de alta tecnología. La categorización tecnológica es clave para la conversión de resultados de la ciencia en productos y servicios con alto contenido en conocimientos y crecido valor agregado, con gran impacto en salud y en la economía y para alcanzar la condición de empresa de alta tecnología. Organizaciones de este tipo deben dirigirse a la captación, desarrollo y renovación del capital tecnológico como vía principal para su ulterior desarrollo.

Palabras claves: empresa de alta tecnología, tecnólogo de avanzada, biotecnólogo, categorización tecnológica, BioCen.

ABSTRACT

Aim: To project actions in favor of the technological potential of a high technology company based on performance analysis and the constraints of technological categorization. This process will rely on the case study of the National Center of Biopreparations that belongs BioCubaFarma, as part of the Higher Organization for Company Management.

Methods and techniques: Human resources categorization and training statistics collected between 2002 and 2020 were used in the study. The current legislation, the policies of science, technology, and innovation, and the international bibliography were consulted. Additionally, expert criteria were gathered, and weaknesses, threats, strengths, and opportunities in technological training and categorization were identified.

Main results: Actions for capturing, developing, and renovating the technological potential were designed, which included speeding up doctoral education, diversifying

training in management and production economy, increasing moral and material incentives in order to meet the requisites for categories.

Conclusions: The conception of Commander-in-Chief Fidel Castro in relation to comprehensive training of the staff, their dedication, ethical and moral principles, and the service to people, laid the foundations for the constitution of high-tech companies. Technological categorization is pivotal to convert the results of science into goods and services, with a high amount of knowledge and higher value added. A greater impact is expected on healthcare and the economy as a result of becoming a high-tech company. Organizations of this kind should focus on capturing, developing, and renovating the technological capital as the main way to achieve further developments.

Key words: high-tech company, advanced technologist, biotechnologist, technological categorization, BioCen.

Recibido: 10/06/2021

Aceptado: 30/06/2021

INTRODUCCIÓN

La sociedad cubana actual está llamada a caracterizarse por basar su desarrollo en la aplicación acelerada de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI). Los lineamientos derivados de los VI y VII Congresos del Partido Comunista de Cuba validan la función de las CTI como pilares de la estrategia de desarrollo económico y social del país hacia 2030 (Partido Comunista de Cuba [PCC], 2011; 2017).

El potencial humano es el componente esencial de cualquier sistema de CTI (Ince y Sukarni, 2017; Totah, 2021; Zhou *et al.*, 2013). Dentro del sistema, los tecnólogos asumen el rol protagónico en los procesos de desarrollo y, en especial, los de innovación y, por ende, impactan en la transformación de los resultados de la investigación científica en procesos, productos y servicios que satisfagan las necesidades de los hombres y mujeres y generen beneficios económicos.

Las definiciones clásicas del tecnólogo implican el reconocimiento de la capacidad para laborar en el campo de la tecnología aplicada, para interconectar la actividad intelectual con la manual, asumir proyectos de diversa índole y de diferentes disciplinas tecnológicas, con el propósito de introducir mejoras en los procesos ingenieriles, productos o servicios técnicos y empleando procedimientos tecnológicos optimizados (Lorenz, 2016).

El pensamiento de los tecnólogos posibilita el análisis de las situaciones y la toma de decisiones estratégicas, en anteposición a las soluciones tomadas sin análisis previo ni visión a largo plazo y de carácter operativo, que caracterizan a algunos otros profesionales involucrados en los procesos industriales (Stasz, 1997).

La definición de tecnólogo de avanzada en Cuba, a diferencia de la descrita anteriormente, se refiere a un profesional con conocimientos y dominio superiores de los procesos productivos generales y específicos de una rama, sector o industria, con una visión no exclusivamente estratégica, sino también ética elevada (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente [CITMA], 2021). El fin de su actividad no sólo se orienta a la generación de ganancias y beneficios económicos, elevada rentabilidad y productividad empresarial, sino, a la par, al bienestar de la sociedad. A su vez, su objetivo es combinar su superación en beneficio individual, con la contribución de manera decisiva a la formación de otros especialistas y técnicos. El tecnólogo de avanzada en Cuba, posee dominio de las herramientas gerenciales y mecanismos económicos de la producción, comparte y somete a evaluaciones externas sus resultados en eventos científico-tecnológicos, conferencias y seminarios.

En Cuba se estableció el reglamento para el otorgamiento de la categoría de empresa de alta tecnología (EAT), caracterizada por una intensa actividad de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) y sus productos (incluidos los intangibles), los procesos y servicios (PPS) se caracterizan por poseer alto contenido en conocimientos, garantizan a las empresas una alta rentabilidad y competitividad (Resolución No. 50/2020).

Las empresas basadas en PPS, con alto contenido de conocimientos, poseen un límite en su crecimiento exponencial dado por las limitaciones que puedan existir en su

potencial científico-tecnológico. Si este último no se desarrolla, renueva y reproduce, pierden la capacidad de generar nuevos conocimientos y de convertirlos en tecnologías innovadoras para obtener PPS altamente rentables.

Es por ello que la EAT precisa de los tecnólogos de avanzada de la más alta calificación, motivados y capaces de asimilar las nuevas tecnologías, innovar para mejorar los procesos y generar nuevos productos y servicios de alto valor agregado y requiere de la labor de técnicos innovadores que, junto con los tecnólogos y el resto de los trabajadores, innoven y lleven a la práctica los adelantos generados para propiciar mayor bienestar a la población (Belmont, 2013; Kopyay, 2014).

Con la creación por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) de las categorías en tecnología de avanzada para las empresas del sector biotecnológico y farmacéutico, se establecieron las bases para el desarrollo del potencial humano con capacidades y habilidades superiores en el campo de la tecnología. La acelerada formación de los tecnólogos y su categorización posibilitó que varias empresas de dicho sector alcanzaran los requisitos exigidos para certificarse como EAT.

La acreditación de la formación de los tecnólogos de avanzada y de los técnicos innovadores en el país es validada y certificada por las Comisiones de Entidades, Comisiones Centrales y la Comisión Nacional de Especialización en Tecnología de Avanzada que centra el CITMA, como garantía de la sostenibilidad de la innovación.

El presente estudio tuvo por objetivo proyectar acciones para el desarrollo del potencial tecnológico en una empresa de alta tecnología sobre la base del análisis del comportamiento y de las limitantes en la categorización tecnológica, tomando como caso de estudio al Centro Nacional de Biopreparados (BioCen), de la Organización Superior de Dirección Empresarial (OSDE) BioCubaFarma.

DESARROLLO

Centro Nacional de Biopreparados. Cumplimiento de los requisitos para alcanzar la categoría de empresa de alta tecnología

Se consultaron los documentos oficiales de la constitución y filiación de BioCen en

todas sus etapas de desarrollo, los documentos que rigen la política de I+D+i del país, y la legislación referente a la categorización de las EAT. Se seleccionaron los indicadores más relevantes de la empresa que permitieron el alcance de dicha categoría.

El Centro Nacional de Biopreparados se constituyó oficialmente en 1986 como una institución de investigación y producción del Ministerio de Salud Pública (1985). A partir de 1985, durante el proceso inversionista, se formaron los principales colectivos de investigadores, otros profesionales y técnicos, fundamentalmente en centros pertenecientes al Polo Científico del Oeste. El país creó una base científico-productiva importante en el sector de la biotecnología y la industria farmacéutica, primero con la creación del Frente Biológico, en los años 80, y luego del Polo Científico en los años 90. La fusión del Polo Científico y el Grupo Químico-Farmacéutico, aprobada en el año 2011, definió el concepto general de EAT, creándose en diciembre de 2012, mediante el Decreto No. 307 (2012) la OSDE BioCubaFarma, con 31 empresas.

En el año 2013, BioCen pasa a formar parte de la OSDE BioCubaFarma (Resolución No. 181, 2013; Resolución No. 90, 2013) y en el año 2016, es reconocido por el CITMA como Centro de Investigación (Resolución 75, 2016).

Múltiples factores propiciaron el entorno para la conversión de las empresas de la biotecnología en EAT. La Conceptualización del Modelo Económico y Social Cubano de Desarrollo Socialista, las Bases del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030, y los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021, orientan impulsar la creación y avance de organizaciones encargadas de actividades científicas y tecnológicas, que garanticen el incremento de nuevos productos y servicios, con estándares de calidad reconocidos y una efectiva gestión de comercialización interna y externa. El Lineamiento 114 plantea: "Definir y crear la categoría de empresas de alta tecnología con estímulos fiscales y tributarios, para promover las empresas que basan su economía en el uso intensivo de la ciencia y la innovación" (PCC, 2017, p. 27).

La política de EAT aprobada dentro del paquete de políticas de CTI del CITMA, está orientada a establecer las regulaciones para aquellas organizaciones empresariales con capacidad para asumir riesgos y dinamizar la innovación. El Decreto No. 2 (2020)

propone dar cobertura a los principios de la política aprobada para establecer la categoría de EAT. Estas son organizaciones que se caracterizan por mostrar una actividad intensiva en investigación, desarrollo e innovación; así como elevados estándares tecnológicos, que cierran el ciclo de investigación, desarrollo, innovación, producción y comercialización de productos y servicios de alto valor agregado, con énfasis en el mercado exterior; que constituyen una vía de conexión y alineación del conocimiento con la producción, tanto por los resultados de la investigación científica y tecnológica propia, como de la asimilación de conocimientos procedentes de fuentes externas.

Entre las primeras empresas propuestas para certificarse como EAT se encontraban el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, el Centro de Inmunología Molecular y BioCen.

Para certificarse como una EAT, BioCen renovó su misión, actualizó su proyección empresarial con una visión innovadora que abarcó todas las actividades y, en especial, reordenó sus procesos de I+D+i y su estrategia comercial con vistas a cumplir las nuevas metas de desarrollo hacia 2030 y con los requisitos establecidos por el CITMA para alcanzar la mencionada categoría.

En su concepción actual, la esencia de la actividad fundamental de I+D+i de BioCen, como centro de investigación, consiste en la obtención de nuevos e innovadores productos (cinco por año entre 2016-2020), procesos y servicios de alto valor agregado y con elevado contenido en conocimiento, así como su producción y comercialización. Se amplió el campo de sus investigaciones incluyendo vacunas alergénicas de nueva generación, nanocompuestos para el diagnóstico microbiológico y productos biológicos para la prevención y tratamiento de la enfermedad de Alzheimer. Estas actividades se ejecutan organizadas en proyectos de I+D+i pertenecientes a programas nacionales, sectoriales y empresariales de CTI, que abarcan desde la etapa de laboratorio, ensayos no clínicos y clínicos, la producción y comercialización.

A su vez, genera tecnologías para la fabricación de ingredientes farmacéuticos activos y parenterales de bajo volumen, y brinda servicios analíticos de alto nivel de complejidad a empresas de la biotecnología y de otras ramas, tanto nacionales, como extranjeras.

BioCen posee un sistema de propiedad industrial y vigilancia tecnológica y mantiene sus patentes y secretos industriales vigentes, los cuales negocia como parte de su estrategia para lograr recursos que sustenten la I+D+i. Además, se han generado otros intangibles, tales son formulaciones, procesos y métodos clasificados, entre estos: saber cómo (*know how*) y marcas registradas, requisitos todos exigidos para las EAT.

En la actualidad, BioCen participa en el encadenamiento productivo con empresas y centros científicos, dirigido a la transferencia tecnológica de procesos y productos y el codesarrollo de productos innovadores, con un considerable porcentaje de aporte a la cadena de valores de los bienes tangibles e intangibles, en especial de los exportables.

El impacto en salud de los resultados es decisivo para varios programas nacionales, entre ellos, la vigilancia epidemiológica e inocuidad de los alimentos y aguas, el materno infantil, el de tratamiento del asma alérgica, entre otros.

La empresa posee un original y sólido sistema de gestión de la calidad, basado en las normas ISO 9001 (2015), reconocido nacional e internacionalmente, con certificaciones de cumplimiento de buenas prácticas de fabricación y licencias sanitarias de operación en todas sus producciones. El sistema integra las actividades de I+D+i, la producción, comercialización, post comercialización, aprovisionamiento, con las buenas prácticas (BP), la dimensión económica, la gestión del potencial humano, la gestión energética y medioambiental, con una visión avanzada de procesos, manejo de riesgos, prevención y medidas correctivas.

La innovación abarca todas las esferas del quehacer institucional, desde la propia estructura y organización de la dirección a todos los niveles, hasta las áreas de ingeniería y mantenimiento, que garantizan las nuevas y millonarias inversiones, el aseguramiento y control de la calidad, la automatización e informatización, el área económica con la contabilidad certificada y diseñada para abarcar el control de la ejecución económica de todos los proyectos y de intangibles, la comercialización, la logística, la infocomunicación y la gestión de propiedad industrial, entre otras.

Especial atención recibe la protección del medio ambiente; la empresa cuenta con la Licencia Ambiental del CITMA, trabaja en un esquema de las ISO 14001 (2015); sus laboratorios cuentan con licencias de seguridad biológica del citado ministerio. Además,

garantiza la salud de sus trabajadores, aspecto avalado por los satisfactorios resultados en todas las auditorías internas y externas a que ha sido sometida la entidad.

Uno de los requisitos para alcanzar la condición de EAT es la obtención de premios y reconocimientos por la actividad de I+D+i. Los aportes científicos, tecnológicos, de innovación, sociales y económicos, se han reconocido por los numerosos Premios de la Academia de Ciencias de Cuba y a la Innovación Tecnológica de Mayor Aporte Económico de la ministra del CITMA, entre otros.

BioCen cierra el ciclo financiero con su sistema contable certificado; genera ingresos por exportaciones de bienes y servicios científicos y tecnológicos que como promedio constituyen el 43 % de todos los ingresos de la empresa, con una relación del total de importaciones contra las exportaciones de 0,29. Obtiene utilidades anuales que le posibilitan destinar un elevado porcentaje de los recursos de la facturación total para la actividad de I+D+i, superando el requisito del 10 % para la EAT. La empresa muestra cifras de productividad, expresada como valor agregado bruto/trabajador que superan a las exigidas para obtener la categoría de EAT.

Desde el punto de vista de la ejecución financiera de los proyectos, se aprecia una diversificación de las fuentes de financiamiento al recibir contribuciones del Fondo Financiero de Ciencia e Innovación del CITMA y una tendencia al fortalecimiento de los proyectos gerenciados por la propia institución.

En el período 2018-2020 se incrementó el número de profesionales categorizados como investigadores y tecnólogos con la aprobación del 100 % de los expedientes presentados.

El potencial humano de BioCen posibilitó afrontar exitosamente los nuevos retos y obtener resultados en la lucha contra la pandemia de la COVID-19, a la altura de una EAT en pleno crecimiento y desarrollo (Lobaina *et al.*, 2020).

Como entidad de CTI, categorizada como centro de investigaciones, cumplió con los principios, requisitos e indicadores para certificarse como EAT en el año 2020.

El potencial tecnológico, pilar del proceso transformador de los resultados de la ciencia en procesos, productos y servicios de alto valor agregado

El estudio de la dinámica del potencial tecnológico incluyó datos de 2002 hasta 2020. Se recopilaron las estadísticas de los procesos de categorización tecnológica de BioCen, con un universo de la población de estudio conformada por los 203 tecnólogos de avanzada y 379 técnicos innovadores. Se revisaron los procedimientos internos de formación y desarrollo del potencial humano, en especial de los tecnólogos y técnicos innovadores. Se revisó bibliografía internacional sobre el tema.

Los datos recolectados fueron procesados por procedimientos de estadística descriptiva y calculados sus respectivos estadígrafos (mediana, porcentajes), y los resultados se expusieron en forma de figuras, empleando el programa Microsoft Office.

Se consultó la legislación vigente en esta materia, los documentos rectores de la política en CTI y los pronunciamientos de dirigentes del país sobre el reordenamiento de las empresas.

Como ejemplo reciente se puede citar a Elba Rosa Pérez Montoya, ministra del CITMA, quien reafirmó que el reordenamiento de las entidades de ciencia, tecnología e innovación, debe colocarse en función de la producción y los servicios, conllevar a la formación de empresas con formas de organización, financiamiento y gestión de la actividad científica más innovadoras y que finalmente propicien la generalización de sus resultados (Figueredo y Sifonte, 2020; Rodríguez y Núñez Jover, 2021).

En consonancia con esta afirmación, BioCen, para cumplir con estas políticas, ha trazado estrategias y ha emprendido acciones dirigidas a potenciar la preparación y superación de sus trabajadores en general y de sus profesionales en particular, que le han permitido contar con un potencial humano altamente calificado, que incluye siete doctores en ciencias, 69 másteres en ciencias y cuatro médicos especialistas, los que alcanzan el 27 % con relación al total de graduados universitarios (por encima del 15 % exigido para las EAT), 16 biotecnólogos, 86 tecnólogos de I y II niveles, 11 tecnólogos de III nivel y 218 técnicos innovadores de I y II niveles.

Como estrategia de la dirección administrativa para enfrentar la creciente demanda de profesionales involucrados en los procesos de innovación, la cifra de los profesionales universitarios con relación al total de trabajadores se ha incrementado del 28 % en 2015 hasta el 32,24 % en 2020, superior a la exigida para la EAT (25 %).

Con la finalidad de alcanzar estos resultados, se desarrolla un proceso de formación y capacitación de los trabajadores, diseñado para desplegar actividades de calificación y recalificación permanentes hacia la adquisición y consolidación de conocimientos y habilidades en el desempeño de las funciones, con el consiguiente fortalecimiento de las competencias laborales.

La formación comienza con el adiestramiento inicial de los recién incorporados y abarca el conocimiento del funcionamiento de la empresa, su política y organización de la comunicación interna; buenas prácticas, procedimientos de seguridad y salud en el trabajo, protección y cuidado medioambiental, elementos de la farmacovigilancia y otros aspectos de la vida organizacional, apoyados en videos institucionales.

Otro componente clave es la formación periódica en el puesto de trabajo y su evaluación. A modo de ejemplo, en los últimos ocho años se ejecutó un total de 31 290 actividades de formación, con un promedio de 3 911 por año.

Para garantizar la incorporación, desarrollo y renovación del potencial de técnicos medios se organizó un aula anexa para la formación de técnicos en química industrial, tanto para obreros de la empresa en la modalidad de curso para trabajadores, como a estudiantes graduados de secundaria básica en el municipio Bejucal, donde radica la empresa, en la modalidad de formación técnica por continuidad de estudio.

De vital importancia para las industrias biotecnológica y farmacéutica es el dominio de las BP en su más amplio concepto. En la empresa, el cumplimiento de estas se combina armónicamente con los demás elementos del sistema de gestión de la calidad y, en general, del sistema de gestión empresarial.

Un intenso programa de formación y actualización de los conocimientos en BP se ejecuta anualmente, sobre todo en la modalidad de cursos modulares adaptados a los requisitos de cada área o actividad, cuya tendencia es creciente (Fig. 1).

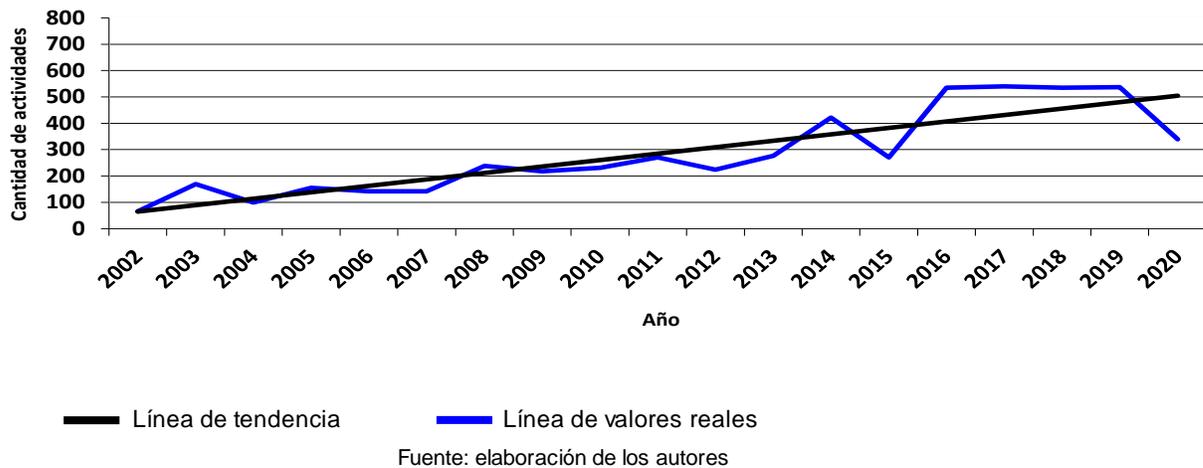


Fig. 1. Comportamiento de los cursos modulares en el período 2002-2020

El total de módulos impartidos anualmente se incrementó de 66 en 2002 a 339 en 2020, para una media de 238 módulos por año. Este aumento responde a los crecientes requerimientos regulatorios a escala internacional y nacional (Lavrynenko, Shmatko y Meissner, 2018).

El proceso de categorización tecnológica comenzó en 2002, sólo un año después de haberse emitido la Resolución Conjunta No. 1 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social-Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (2001). Se creó la Comisión de Entidad encargada de otorgar y ratificar las categorías de tecnólogo de III nivel y la de técnicos innovadores de I y II niveles y proponer a la Comisión Nacional a los aspirantes a las categorías superiores de tecnólogo de I y II niveles, integrada por cuatro doctores en ciencias en diferentes especialidades y un doctor en medicina (encargado de la gestión de conocimientos en la empresa); la Comisión de Informes Técnicos formada por siete másteres en ciencias y presidida por un doctor en ciencias, que tiene a su cargo la evaluación y aprobación de los informes técnicos de los aspirantes a todos los niveles.

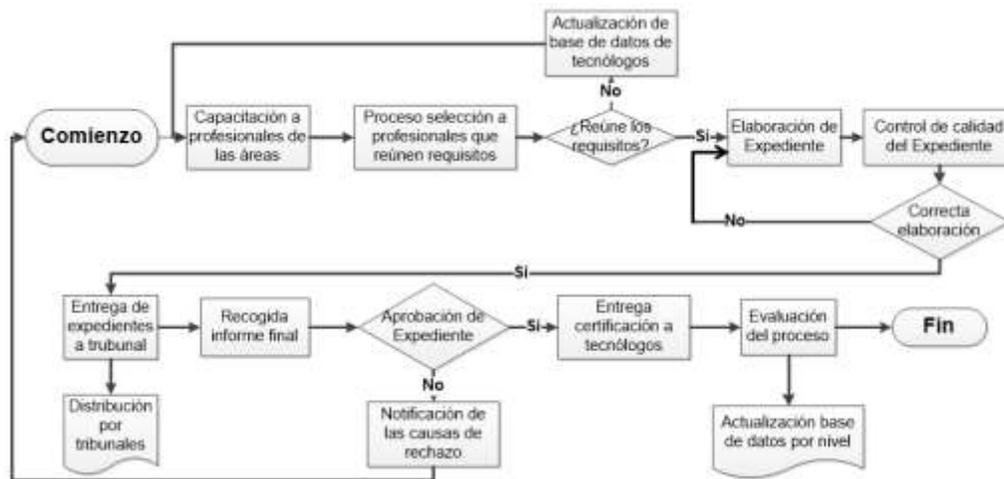
En el ámbito operativo, a partir de los cronogramas extrainstitucionales, se elabora y aprueba por la alta dirección el calendario operativo empresarial, se organizan y ejecutan las sesiones de trabajo de análisis de los expedientes.

Como elementos claves de entrada se identifica el cronograma de categorización,

originalmente elaborado por la Comisión Nacional y orientado a lo interno por la OSDE BioCubaFarma; la solicitud documentada de los aspirantes a las diferentes categorías y la entrega del expediente, el cual incluye: datos generales y personales, evaluaciones del desempeño, resultados relevantes, publicaciones, informes o patentes, participación en eventos, docencia recibida e impartida, estímulos y condecoraciones.

En la Fig. 2 se muestra el esquema del sistema de categorización de tecnólogos de BioCen que ha guiado el trabajo de la Comisión de Entidad.

El trabajo de la comisión culmina con la emisión de los dictámenes y emisión de resoluciones sobre el otorgamiento o rechazo de los expedientes de aspirantes a las categorías de tecnólogos de III nivel y de técnicos innovadores de I y II niveles y las propuestas a elevar a la Comisión Central de BioCubaFarma, los expedientes de los aspirantes a tecnólogos de I y II niveles.



Fuente: elaboración de los autores

Fig. 2. Esquema del sistema de categorización tecnológica en BioCen

La Comisión de Entidad no sólo ejecuta el propio proceso de revisión y aprobación de expedientes, sino que también brinda la asesoría a los aspirantes en coordinación con la función de capital humano y coadyuva a coordinar la participación en los cursos y exámenes de las diferentes materias.

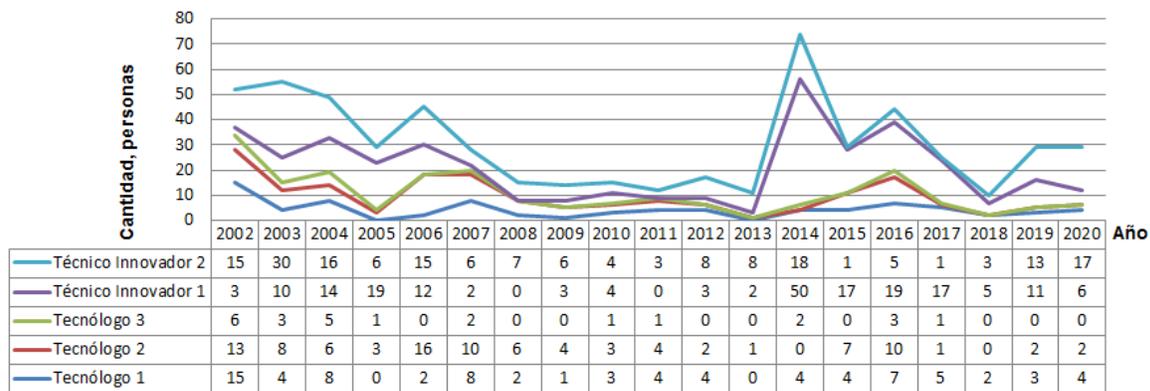
Los cursos de Gerencia y Economía de la Producción son impartidos por la Universidad Tecnológica de La Habana *José Antonio Echeverría*, siendo estos un aspecto a considerar para su diversificación, tanto en modalidades, como en instituciones autorizadas a impartirlos, por la necesidad de expandir las posibilidades de inscripción

en ellos, dado el creciente número de aspirantes que tensa significativamente los cronogramas de categorización, no sólo para la OSDE BioCubaFarma, sino, teniendo en cuenta la extensión de la categorización tecnológica, a todos los sectores y territorios del país.

Los cursos de idiomas extranjeros y de Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología son impartidos por instituciones de alta docencia, incluida la Universidad de La Habana, acreditadas por el Ministerio de Educación Superior (MES), y responden a los diferentes niveles de categorización tecnológica. Los exámenes sobre conocimientos básicos de computación se ejecutan sin dificultad por instituciones acreditadas. Estos conocimientos son considerados esenciales para el desempeño de los profesionales involucrados en las nuevas tecnologías (Turner, 2005).

Un elemento clave lo constituye el proceso de evaluación del desempeño de los aspirantes a las diferentes categorías. Con la mirada a las nuevas exigencias del proceso de categorización, en especial a la inclusión de las nuevas categorías de biotecnólogos y especialistas en procesos de alta tecnología y la eliminación de las ratificaciones para los tecnólogos, se fortalece este proceso poniendo mayor énfasis en el cumplimiento sistemático de los deberes y requisitos para los cargos.

En la fig. 3 se presenta el comportamiento histórico de la categorización en todos los niveles en BioCen.



Fuente: elaboración de los autores

Fig. 3. Comportamiento histórico de la categorización en todos los niveles

En total 582 profesionales y técnicos se han categorizado en la institución, de ellos 80

como tecnólogos de I nivel, 98 de II nivel, para un total de 178 en esas categorías superiores; 25 de III nivel, 197 como técnicos innovadores de I nivel y 182 de II nivel para un total de 404 en las categorías inferiores.

En los primeros cinco años del proceso de categorización se registraron las mayores cifras de categorizados entre 29 y 55 por año (mediana = 49), de ellos 14 de las categorías superiores por año (mediana), la misma que para las categorías de técnicos innovadores. Esto permitió cubrir las funciones principales de dirección técnica a diferentes niveles. De 2007 a 2013 las cifras disminuyeron y entre 2014 y 2020, la mediana de los categorizados se elevó a 29, fundamentalmente por la categorización de los técnicos innovadores. Este incremento coincide con la integración de BioCen a BioCubaFarma en 2013 y la categorización como centro de investigación en 2016.

La distribución de categorizados por sexo (Fig. 4) muestra un predominio del sexo femenino para el total de los categorizados con 401 para ese grupo (68,9 %), 112 de ese mismo sexo para las categorías superiores (62,9 %) y 289 féminas para las categorías inferiores (71,5 %).



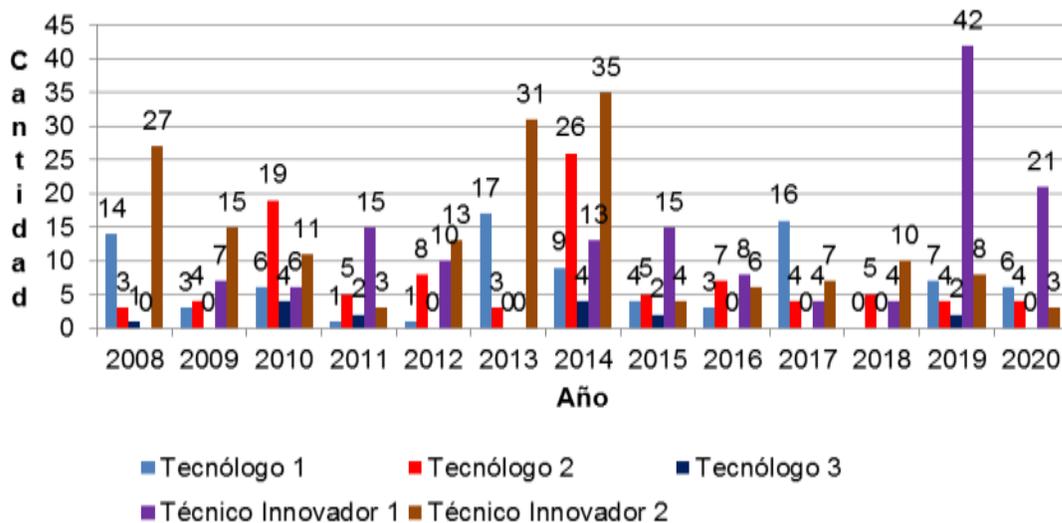
Fuente: elaboración de los autores

Fig. 4. Comportamiento del proceso de categorización por sexo

Es de destacar el decisivo papel de las mujeres con categorías de tecnólogas en todas las actividades, que pese a sus múltiples roles sociales, han sido líderes en su superación individual, en el ascenso a los más altos cargos de dirección administrativa (ocupan el 55 % del Consejo de Dirección, dirigido por una doctora en ciencias, tecnóloga de primer nivel, investigadora titular) y de gerencia tecnológica y técnica y en

la producción, investigación, comercialización, económicas y de potencial humano.

La ratificación quinquenal de las categorías se efectuó, por primera vez, en el año 2008, según lo establecido en la Resolución Conjunta No. 1 (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social-Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 2001) sobre categorización tecnológica por el CITMA. Hasta 2020 se renovó la categoría a un total de 318 profesionales y técnicos (Fig. 5), algunos de ellos la renovaron por segunda ocasión. Como tecnólogos de I nivel la obtuvieron 87 profesionales, de II 97, de III nivel 15, como técnicos innovadores de I nivel 145 trabajadores y de II nivel 173.



Fuente: elaboración de los autores

Fig. 5. Proceso de ratificación quinquenal

Entre 2006 y 2007, transcurre el proceso de otorgamiento de cargos de biotecnólogo superior de I, II y III niveles y de especialista en procesos de alta tecnología, para cubrir los principales cargos de dirección técnica a nivel superior en las empresas de BioCubaFarma. BioCen cuenta en la actualidad con 10 biotecnólogos de I nivel, cinco de II nivel y uno de III nivel que ocupan cargos de dirección desde el nivel central hasta plantas y departamentos, así como jefes de proyectos y de funciones fundamentales.

Lo alcanzado en el sistema de categorización tecnológica de la empresa ha sido posible gracias a la labor desarrollada por los cuadros y funcionarios de la entidad, quienes han

realizado numerosas acciones de capacitación, asesoría y control en los diferentes escenarios laborales. En este sentido resulta válido reconocer el trabajo de la Comisión de Informes Técnicos y de la Comisión de Entidad para el otorgamiento de categorías inferiores existentes en la institución, ratificación de todas las categorías tecnológicas y análisis con la propuesta de otorgamiento de categorías superiores a la Comisión Nacional de Categorización. Su funcionamiento ha sido estable por años; ha ganado en experiencia e impulsando y asesorado el proceso en todas las áreas de la organización.

Acciones para el ulterior desarrollo de los procesos de categorización tecnológica frente a las nuevas metas de la política de CTI y del desarrollo económico y social hasta 2030

Para esta etapa de la investigación de carácter empírico se tomaron en cuenta los criterios de expertos y dirigentes del CITMA a partir de los cuales BioCen fue categorizado por ese organismo como EAT.

Varios expertos de la empresa y de la alta dirección de BioCen tuvieron a su cargo la identificación de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades en los procesos de formación y categorización tecnológica.

Se creó un grupo de expertos integrado por siete profesionales de la empresa que debían reunir los siguientes criterios: experiencia en análisis estratégicos a diferentes niveles, responsabilidades de dirección técnica o administrativa, elevado nivel académico, diferente perfil ocupacional, permanencia y desempeño laboral destacado en la entidad, experiencia relacionada con la actividad de potencial humano. A partir de esta selección, se eligió un moderador.

El grupo resultó conformado por profesionales con experiencia previa en análisis estratégico empresarial y hasta nacional; por niveles de dirección: desde la dirección general hasta jefes de grupo o de proyectos de investigación-desarrollo; por perfil académico: cinco doctores en ciencias que, a su vez, son tecnólogos de I nivel, un doctor en medicina especialista en administración de salud y un tecnólogo de II nivel; según su perfil ocupacional: dos directivos, el jefe de gestión de conocimiento, dos investigadores con las máximas categorías científicas y tecnológicas, la jefa de grupo de comunicación empresarial y la responsable de la planificación empresarial; por la

permanencia y experiencia: desde 10 hasta 34 años de trabajo con resultados relevantes. Todos forman parte del claustro de profesores de la entidad y participan en los tribunales y comisiones de categorización científica y tecnológica desde nivel de la entidad hasta nivel de país.

Se tomaron acciones con resultados previstos en el corto y mediano plazos para el ulterior desarrollo de los procesos de categorización tecnológica y de mejor aprovechamiento del potencial tecnológico de la empresa.

El año 2020 marca un viraje multidimensional en los retos para la entidad. Una vez alcanzada la condición de EAT, se precisa de nuevas acciones para mantener y superar los resultados alcanzados, se aprueban nuevos instrumentos para optimizar el desempeño de las empresas, el CITMA emite o prepara nuevos documentos dirigidos a elevar a niveles superiores el papel de la CTI, como los cambios en el sistema de programas y proyectos y las modificaciones a introducir en el proceso de categorización científica y tecnológica y, a la vez, emergió la pandemia de la COVID-19, todo ello en un ambiente de recrudescimiento, como nunca antes, del bloqueo comercial y financiero del gobierno de los Estados Unidos contra Cuba.

La resolución legal vigente, que regula la categorización de especialistas en tecnologías de avanzada en Cuba, se ha modificado a partir del año 2020, en consonancia con las políticas de CTI aprobadas. Entre los principales cambios se encuentra, la decisión de potenciar y extender la categorización tecnológica a todos los sectores de la producción y de los servicios de alto valor agregado a partir de la publicación de las modificaciones de la Resolución vigente en la Gaceta Oficial (CITMA, 2021; Rodríguez y Núñez Jover, 2021), lo que representa un nuevo reto para el sector empresarial, las entidades de CTI y para los centros universitarios; pero, a su vez, brinda una magnífica oportunidad para elevar el conocimiento y el reconocimiento social de profesionales y técnicos.

Ante estos nuevos escenarios, y como parte de la innovación organizacional, se consideró estratégico elevar la calidad e intensificar la formación del potencial humano, incluyendo las categorías de tecnólogos de avanzada y de los técnicos innovadores.

Se estudiaron las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades del proceso de categorización tecnológica. Seguidamente se resumen las principales conclusiones:

Debilidades: no se cuenta, en la actualidad, en la empresa con un elevado número de doctores en ciencia y profesores acreditados o autorizados para impartir las asignaturas necesarias para la categorización tecnológica; no se había contemplado un número considerable de profesionales para los programas de formación doctoral; no todas las innovaciones están organizadas en proyectos y aún no se explotan todas las potencialidades para aprovechar los proyectos existentes para la conducción de tesis doctorales.

Amenazas: inestabilidad en el potencial humano en el país por migración hacia sectores que ofrecen mayores ingresos y repartición de utilidades, éxodo al sector de trabajo por cuenta propia y hacia el extranjero; elevada intensidad de actividad laboral y trabajo en turnos alternos en las áreas productivas característico de la industria biofarmacéutica; imposibilidad de ejecutar cursos presenciales por la COVID-19 y no existencia de entidades autorizadas a impartir los cursos necesarios para la categorización en el entorno cercano; en la provincia de Mayabeque, donde está ubicado BioCen, ni se imparten carreras universitarias en los perfiles necesarios para la empresa ni, en especial, en los tecnológicos más demandados; ni en las universidades ubicadas en La Habana se ofertan suficientes capacidades para los estudiantes residentes en los municipios aledaños a BioCen.

Fortalezas: compromiso de la alta dirección con la necesidad de intensificar la formación doctoral y tecnológica; la comisión de la entidad y el claustro de profesores con 130 especialistas, están integrados por miembros de alto nivel científico y académico relacionados con las líneas de trabajo priorizadas dentro de la industria médico-farmacéutica cubana; existe un aula anexa para la formación de técnicos medios especializados en procesos característicos de la empresa; se cuenta con profesionales que ejercen como tutores de doctorados, maestrías y en cursos de posgrado; participan en la acreditación de carreras, tribunales de doctorado y maestrías, Consejos Científicos, entre otros; las utilidades pueden respaldar los gastos de todas las formas de superación y categorización, dominio y experiencia generalizada en BP y normas de seguridad e higiene.

Oportunidades: relaciones estrechas con otras entidades de ciencia, tecnología e

innovación de BioCubaFarma que cuentan con un número significativo de doctores en ciencias en especialidades tecnológicas, y nexos de colaboración con centros de la educación superior; profesionales y técnicos motivados a categorizarse, en especial después del ordenamiento salarial; demanda elevada de procesos de innovación en todas las esferas de la empresa; medidas de flexibilización de la categorización de tecnólogos y técnicos propuestas por el CITMA, para el nuevo reglamento en especial la inclusión de las categorías de biotecnólogos y especialistas en procesos de alta tecnología y la ampliación de entidades autorizadas a impartir los cursos; las nuevas medidas para optimizar y flexibilizar los procesos de formación doctoral, de maestrías y especialidades del MES, nuevas prerrogativas para el sistema empresarial (Ministerio de Educación Superior [MES], 2019).

A partir de este análisis, se procesó la información y se trazaron acciones para el corto y mediano plazos para el aprovechamiento más intensivo y racional del capital humano sobre la base de un elevado grado de motivación, comprometimiento social y consagración al trabajo.

Se destacan entre las medidas adoptadas o planificadas:

Con impacto en el corto plazo:

- La inclusión en la evaluación sistemática del desempeño, del cumplimiento de los requisitos que garanticen el alcance de categorías superiores.
- La identificación de los cargos que precisen de las categorías de biotecnólogos y especialistas en procesos de alta tecnología y la inclusión en los planes de formación.
- La organización e impartición de los cursos necesarios para la categorización en la propia institución o mediante el empleo de las tecnologías de las infocomunicaciones, en coordinación con el MES.
- Promoción de mayor número de tecnólogos a la obtención de condecoraciones, premios y reconocimientos, como la Orden *Carlos J. Finlay*, Premio al Joven Investigador y Joven Tecnólogo, Distinción *Juan Tomás Roig*, entre otros.
- La inscripción de un mayor número de profesionales en las diferentes modalidades de doctorados y maestrías, comenzando por los miembros del Consejo de Dirección y con alcance a todas las áreas, aprovechando las nuevas medidas tomadas por el MES para

la flexibilización y perfeccionamiento de estos procesos.

-La estimulación material por participación en eventos, publicación de artículos científicos a partir de los presupuestos de los proyectos de I+D+i, del pago de utilidades, entre otros.

Con impacto a mediano plazo:

- Planificación operativa y estratégica de las necesidades en potencial tecnológico para los cargos vacantes, a renovar por promoción, superación, jubilación o bajas o a incrementar a mediano plazo, teniendo en cuenta la visión y misión de la empresa, y en coordinación con los centros del MES, propiciando la inclusión de estudiantes con residencia en el municipio o en los municipios colindantes.

- El incremento de las actividades de promoción vocacional por la innovación en niños, estudiantes de los diferentes niveles de enseñanza y hacia los perfiles tecnológicos.

- La extensión y sistematización de los días de puertas abiertas para estudiantes de distintos niveles de la educación, para promover el interés en la ciencia, la tecnología y la innovación.

- Perfeccionamiento del registro de autoría de los resultados institucionales.

- La inclusión de miembros de las Comisiones de Entidad en las Comisiones Centrales de la OSDE BioCubaFarma.

La detección de las brechas en los procesos de categorización y las nuevas oportunidades surgidas en esta nueva etapa, permitirán en los próximos años el perfeccionamiento de las acciones a realizar y el compromiso de sus directivos a incrementar el número de trabajadores con categorías científicas y tecnológicas.

Y como diría el Primer Secretario del Partido Comunista de Cuba y Presidente de la República Díaz-Canel (2021):

El principal estímulo a la búsqueda de un sistema de gestión del Gobierno basado en ciencia e innovación (SGGC) proviene de la percepción de que el potencial humano y las capacidades científicas y tecnológicas que la Revolución ha creado no han tenido de manera generalizada el impacto práctico deseado en la sociedad y en particular en la economía. Podemos mostrar ejemplos formidables de creación de capacidades de ciencia, tecnología e innovación (CTI) bien articuladas

a la sociedad. Una muestra es la industria biotecnológica. (p. 2)

El Centro Nacional de Biopreparados, como empresa de alta tecnología, perteneciente a la OSDE BioCubaFarma, trabaja para responder al llamado del primer nivel de la dirección del país.

CONCLUSIONES

La concepción del Comandante en Jefe Fidel Castro de la formación integral del personal en los centros de biotecnología, con elevado espíritu de consagración al trabajo, principios éticos y morales y de servir ante todo al bienestar del pueblo, sentó las bases para la conversión de los centros de investigación en entidades de ciencia, tecnología e innovación que cierran su ciclo y más recientemente en EAT, cuyo principal valor es el potencial científico y tecnológico.

La categorización tecnológica propició la formación y desarrollo de profesionales con amplio dominio de las herramientas necesarias para convertir los resultados de la ciencia en productos y servicios de alto valor agregado, con alto contenido en conocimientos, y de gran impacto en la salud y en la economía del país.

Las nuevas políticas de CTI, las prerrogativas otorgadas a las empresas y, en especial, a las EAT, favorecen el fortalecimiento del proceso innovador y el pleno desarrollo ulterior de su capital humano.

Las estrategias de las EAT deben dirigirse a la captación, desarrollo y renovación del capital tecnológico como vía principal para su ulterior desarrollo.

Para lograr el salto cuantitativo y cualitativo en la formación del potencial tecnológico debe incrementarse de manera programada la formación doctoral, de másteres, en economía y gerencia de la producción en estrecha coordinación con el MES y las entidades de ciencia, tecnología e innovación autorizadas a impartir docencia de posgrado.

REFERENCIAS

- Belmont, L. (2013). So, what's it really like to work in biotech? *Molecular biology of the cell*, 24(2). Recuperado de <https://doi.org/10.1091/mbc.E12-08-0611>
- Decreto No. 2. (2020). Consejo de Ministros de la República de Cuba. De las Empresas de Alta Tecnología. *Gaceta Oficial de la República de Cuba*, 16 Ordinaria, de 26 de febrero de 2020. Recuperado de <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/gaceta-oficial-no-16-ordinaria-de-2020>
- Decreto No. 307. (2012). Consejo de Ministros de la República de Cuba. Creación de la Organización Superior de Dirección Grupo de las Industrias Biotecnológica y Farmacéutica, sus Funciones y las Facultades de su Presidente. *Gaceta Oficial de la República de Cuba*, 52 Extraordinaria, de 7 de diciembre de 2012. Recuperado de [https://www.cecmecmed.cu/sites/default/files/adjuntos/Reglamentacion/org_sup_ind_biotecnol-farm.pdf p. 243-245](https://www.cecmecmed.cu/sites/default/files/adjuntos/Reglamentacion/org_sup_ind_biotecnol-farm.pdf_p.243-245)
- Lorenz, C. (2016). *Definición de Tecnólogo*. Recuperado de <https://www.definicionabc.com/tecnologia/tecnologo.php>
- Díaz-Canel, 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). Recuperado de <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/1000/1079>
- Figueredo, O. y Sifonte, Y. J. (2020, 8 de enero). Mesa Redonda. Ciencia, tecnología e innovación: elementos imprescindibles para el desarrollo de la nación cubana. Recuperado de <http://www.cubadebate.cu/especiales/2020/01/08/ciencia-tecnologia-e-innovacion-elementos-imprescindibles-para-el-desarrollo-de-la-nacion-cubana/>
- Ince, A. Z. & Sukarni, S. (2017). Human Resource Development in the Era of Technology; Technology's Implementation for Innovative Human Resource Development. *Journal Manajemen Teori dan Terapan*, 10(3). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/322526459_Human_Resource_Development_in_the_Era_of_Technology_Technology%27s_Implementation_for_Innovative_Human_Resource_Development

- ISO 14001. (2015). International Organization for Standardization. Introduction to ISO 14001:2015. Recuperado de <https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100371.pdf>
- ISO 9001. (2015). International Organization for Standardization:2015. Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos. Recuperado de http://www.cucsur.udg.mx/sites/default/files/iso_9001_2015_esp_rev.pdf
- Koplyay, T. (2014). HR issues evolution along the market lifecycle and the value chain: case of the hi-tech industry. *Psychosociological Issues in Human Resource Management*, 2(1). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/286285040_HR_issues_evolution_along_the_market_lifecycle_and_the_value_chain_Case_of_the_hi-tech_industry
- Lavrynenko, A., Shmatko, N. & Meissner, D. (2018). Managing skills for open innovation: the case of biotechnology. *Management Decision*, 56(6). Recuperado de <https://doi.org/10.1108/MD-04-2017-0301>
- Lobaina, T., Armas, J. B. de, Rodríguez, T., González, G. O., Labrada. A., Rojas, I. C.,...Lorenzo, H. (2020). Estrategia de ciencia, tecnología e innovación del Centro Nacional de Biopreparados frente a la COVID-19. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 10(3). Recuperado de <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/917/949>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. (2021). *¿Qué es un Especialista en Tecnologías de Avanzada? ¿Cómo obtener esta categoría en Cuba? ¿Qué Resolución regula el proceso de categorización?* Recuperado de <https://www.citma.gob.cu/como-categorizarse-como-especialista-en-tecnologias-de-avanzada/>
- Ministerio de Educación Superior. (2019). Resolución 139 Organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Grados Científicos. Publicado en *Gaceta Oficial No 65*, de 5 de septiembre de 2019. *La Habana, Cuba*. Recuperado de <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/gaceta-oficial-no-65-ordinaria-de-2019>
- Ministerio de Salud Pública (1985). Resolución Ministerial 289 del 2/12/85. República de Cuba: Autor.

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social-Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. (2001). Resolución conjunta No. 1/2001. Como categorizarse como especialista en tecnologías de avanzada. Publicado en *Gaceta Oficial No. 028*, de 2001. La Habana, Cuba. Recuperado de <https://www.citma.gob.cu/como-categorizarse-como-especialista-en-tecnologias-de-avanzada/>

Partido Comunista de Cuba. (2011). *Documentos del 6to Congreso del Partido. Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución*. Recuperado de <http://www.cubadebate.cu/wp-content/uploads/2011/05/folleto-lineamientos-vi-cong.pdf>

Partido Comunista de Cuba. (2017). *Documentos del 7mo. Congreso del Partido*. Recuperado de <http://www.granma.cu/file/pdf/gaceta/%C3%BAltimo%20PDF%2032.pdf>

Resolución No. 50. Reglamento para el Otorgamiento de la Categoría de Empresa de Alta Tecnología. Publicada en *Gaceta Oficial*, 16, de 26 de febrero de 2020. Cuba. Recuperado de <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/gaceta-oficial-no-16-ordinaria-de-2020>

Resolución No. 181. (2013). Ministerio de Economía y Planificación. Por la cual se autoriza la conversión de la unidad presupuestada denominada Centro Nacional de Biopreparados, en forma abreviada BIOPREPARADOS, en empresa de igual denominación; y su objeto social. 12 de junio de 2013. Archivo de la Dirección Jurídica del Ministerio de Economías y Planificación.

Resolución No. 90. (2013). OSDE BioCubaFarma. Por la cual se implementa la Resolución No. 181 de 2013 del MEP sobre el objeto social y misión del Centro Nacional de Biopreparados. 20 de junio de 2013. Archivo del protocolo de Resoluciones a cargo del Grupo Jurídico del Grupo BioCubaFarma.

Resolución No. 75. (2016). Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Por la cual se aprueba la inscripción en el Registro Nacional de entidades de Ciencia, Tecnología e Innovación, del Centro Nacional de Biopreparados, con la clasificación de CENTRO DE INVESTIGACIÓN. 21 de marzo de 2016. Archivo del protocolo de Disposiciones Jurídicas a cargo de la Dirección Jurídica del

CITMA.

Rodríguez, A., Núñez Jover, J. R. (2021). El sistema de ciencia, tecnología e innovación y la actualización del modelo de desarrollo económico de Cuba. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), 7-19.

Stasz, C. (1997). Do Employers Need the Skills They Want? Evidence from technical work. *Journal of Education and Work*, 10(3). doi: 10.1080/1363908970100301

Total, Z. (2021). *HR Trends in 2021: Future of Human Resource Management*. Recuperado de <https://www.selecthub.com/hris/hr-trends/>

Turner, L. (2005). *20 Technology Skills Every Educator Should Have*. Recuperado de <https://thejournal.com/articles/2005/06/01/20-technology-skills-every-educator-should-have.aspx>

Zhou, Y., Hong, Y. & Liu, J. (2013). Internal commitment or external collaboration? The impact of human resource management systems on firm innovation and performance. *Human Resource Management*, 52(2), 263-288. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/hrm.21527>

Declaración de conflictos de interés y conflictos éticos

Los autores declaramos que el presente manuscrito es original y no ha sido enviado a otra revista. Los autores somos responsables del contenido recogido en el artículo, y en él no existen: ni plagios, ni conflictos de interés, ni éticos.

Declaración de contribuciones de los autores

Raisa Zhurbenko. Conceptualización (líder), redacción - borrador original (líder), metodología (líder), análisis formal (igual), investigación (líder), administración del proyecto, visualización (igual), revisión (igual).

Tamara Lobaina Rodríguez. Conceptualización-ideas (igual), supervisión, revisión (igual), recursos.

Marlery Sánchez Díaz. Curación de datos (igual), análisis formal (apoyo), investigación (igual), visualización (igual), revisión (igual).

Juan Carlos Vega Valdés. Curación de datos (igual), análisis formal (apoyo), investigación (igual), revisión (igual).

Yenela García Hernández. Investigación (igual), análisis formal (apoyo), visualización (igual).

José Benito de Armas Rodríguez. Investigación (igual), visualización (igual), recursos, revisión (igual).

María Luisa Zamora Rodríguez. Conceptualización – ideas (igual), investigación (igual), redacción - borrador original, revisión (igual).

Claudio Rodríguez Martínez. Conceptualización – ideas (igual), redacción, revisión, edición (líder), metodología (igual), curación de datos (igual), análisis formal (igual), investigación (igual), visualización (igual)